Gh. STĂNCIULESCU

CARTEA RADIOAMATORULUI



BACIU DAN
YO3 GH

Ing. Gh. STĂNCIULESCU
YO3DZ
MAESTRU AL SPORTULUI

CARTEA RADIOAMATORULUI

EDIŢIA A II-A,
REVĂZUTĂ ŞI COMPLETATĂ

EDITURA SPORT-TURISM
BUCUREŞTI, 1981

Cuvînt înainte

La cea de a doua ediţie a acestei „Cărţi a radioamatorului", care s-a bucurat de o bună primire şi apreciere atît în rîndul celor ce îndrăgesc această pasionantă preocupare tehnică, cît şi în general în rîndurile tineretului, se cuvine să spunem cîteva cuvinte despre contribuţia deosebită pe care a avut-o şi o are radioamatorismul la dezvoltarea radiocomunicaţiilor.

Am putea afirma că chiar cei ce au construit primele aparate de emisie-recepţie au fost radioamatori, deoarece au realizat aceasta cu mijloace proprii, pe baza concepţiilor şi experimentărilor personale, primul radioamator fiind Guglielmo Marconi, părintele radioului. Pe parcursul dezvoltării tehnicii radiocomunicaţiilor, pornind de la primele emiţătoare cu scîntei şi pînă la aparatura complicată de astăzi, echipată cu circuite integrate, radioamatorii au fost permanent prezenţi cu cercetările şi experimentările lor în toate domeniile radiocomunicaţiilor : unde scurte, unde ultrascurte, RTTY, SSTV, comunicaţii prin sateliţi. Rezultatele acestor experimentări pline de entuziasm au constituit apoi fundamentări ştiinţifice ce au stat la baza dezvoltării ulterioare a domeniului respectiv.

Manevrînd butonul de acord al radioreceptorului, poate vi s-a întîmplat să auziţi în apropierea lungimilor de undă de 40 sau 20 m conversaţii ciudate, alcătuite din termeni tehnici şi unele cuvinte de neînţeles. În-

tr-un astfel de caz aţi recepţionat o legătură radio între doi sau mai mulţi radioamatori, acei sportivi şi tehnicieni pasionaţi, răspîndiţi pe întreg globul terestru.

Dacă am încerca să formulăm o definiţie lapidară a radioamatorului, n-am putea-o exprima doar în cîteva cuvinte. Am putea spune că el este un pasionat al practicii radioului, preocuparea sa de căpetenie fiind realizarea în regim propriu a staţiilor de emisie-recepţie, cu ajutorul cărora stabileşte legături radio la distanţe apropiate sau îndepărtate, aflate la mii ori chiar la zeci de mii de kilometri. Dar n-am spus tot. Radioamatorul de unde scurte este deopotrivă un cercetător în domeniul radioelectronicii şi un sportiv antrenat pentru a face faţă concursurilor naţionale şi internaţionale, concursuri care cer — poate pare paradoxal, dar aşa este — o excelentă condiţie fizică. Deci, radioamatorul îmbină armonios efortul intelectual cu cel fizic. Astfel, radioamatorismul — activitate căreia el i se dedică — îl ajută din plin la formarea caracterului, la desăvîrşirea măiestriei practice, la însuşirea noţiunilor de radiotehnică, a limbilor străine etc.

Aşadar, radioamatorismul este un sport complex care cere dăruire, perseverenţă, uneori nopţi nedormite în vederea realizării unor legături cu o staţie îndepărtată şi greu de recepţionat. În acelaşi timp, el oferă şi satisfacţii nebănuite. Prin activitatea sa, radioamatorul contribuie efectiv la popularizarea patriei sale peste hotare, la consolidarea prieteniei dintre popoare.

Astăzi există în lume aproape un milion de radioamatori, de toate vîrstele: de la pionierul care începe să descifreze tainele ştiinţei pe băncile şcolii, pînă la cercetătorul sau profesorul albit la tîmple, cu preocupări savante. Pe calea undelor, indiferent unde s-ar afla şi ce vîrstă au, ei sînt parteneri egali şi se înţeleg perfect, aruncînd punţi de înţelegere şi stimă reciprocă între popoare.

Practicarea radioamatorismului necesită temeinice cunoştinţe în domeniile electrotehnicii şi radiotehnicii. Acestea se capătă de-a lungul anilor, printr-un efort continuu, printr-o susţinută activitate teoretică şi practică. Începătorii în radioamatorism — fie ei tineri sau maturi — trebuie deci să înceapă prin studierea fenomenelor electrice şi magnetice, prin realizarea de montaje, simple sau complicate, de radioreceptoare şi radioemiţătoare.

Volumul de faţă se adresează atît începătorilor, cît şi avansaţilor ; atît celor ce vor să abordeze frumoasa şi instructiva îndeletnicire a radioamatorismului, cît şi celor ce vor să se perfecţioneze. Elaborîndu-l, autorul, radioamator cu o activitate îndelungată, şi-a propus să împărtăşească, într-o formă accesibilă o parte din experienţa sa, acumulată de-a lungul anilor. De aceea, aşa cum se poate constata din lectura volumului, el a insistat şi asupra unor chestiuni elementare — menite să-i reamintească cititorului unele cunoştinţe acumulate în şcoală — pentru ca, în final, să poată cristaliza noţiuni mai complexe de radiotehnică şi trafic radio. O parte importantă din lucrare este dedicată construcţiilor practice de radioreceptoare, radioemiţătoare, aparate de măsurat etc.

Autorul se simte dator să atragă atenţia celor ce doresc să abordeze radioamatorismul să nu se rezume doar la studiul acestui volum. Ei trebuie să citească şi alte cărţi de specialitate sau să ceară sfatul radioamatorilor cu o experienţă mai îndelungată, care le pot îndruma primii paşi în cadrul radiocluburilor. Astfel, cunoştinţele teoretice şi practice se vor însuşi mai uşor, iar greşelile pot fi evitate.

Şi acum, un ultim sfat : nu începeţi să experimentaţi înainte de a citi şi înţelege modul de funcţionare a unui montaj. Veţi fi feriţi de eşecuri şi dezamăgiri !

AUTORUL

Radio şi radioamatorism

Din istoria radioului

Din cele mai vechi timpuri omenirea a fost interesată în transmiterea ştirilor la distanţă. Dar, în diferitele epoci, acest lucru s-a realizat în funcţie de gradul de cunoştinţe ştiinţifice ale vremii şi de dezvoltarea forţelor de producţie. De pildă, în antichitate veştile erau transmise cu ajutorul focurilor care, aprinse pe locuri înalte, puteau fi văzute de la distanţă.

Pe măsură ce omenirea a urcat treptele istoriei, sistemele de transmitere a informaţiilor s-au perfecţionat, ajungîndu-se la cele cunoscute astăzi. Dintre ele, cel mai răspîndit este radioul. Istoria acestuia reprezintă o înlănţuire de cercetări şi descoperiri pasionante. Ea a început cu aproximativ trei secole în urmă, Aparent, multe din descoperirile şi invenţiile făcute în acest interval de timp n-au nici o legătură cu ceea ce numim azi radio. În realitate însă, ele se asamblează ca un joc de cuburi, contribuind la apariţia şi perfecţionarea continuă a radioului, aşa cum vom vedea în scurtul istoric ce-l prezentăm în continuare.

După ce, pe la sfîrşitul secolului al XVI-lea, medicul englez *William Gilbert* descoperă că şi alte substanţe, în afară de chihlimbar, se electrizează prin frecare şi fizicianul olandez *Cristiaan Huygens* emite în 1678 „teoria eterului", americanul *Benjamin Franklin*, inventatorul paratrăsnetului, sugerează, în 1756, ideea folosirii electricităţii în vederea transmiterii informaţiilor. Ceva mai tîrziu, în 1774, *Lesage*, la Geneva, realizează ideea lui Franklin, construind un aparat format din 24 circuite, legate fiecare cu cîte un electroscop, corespunzător unei litere din alfabet.

Studiul electricităţii evoluează, iar în 1784 fizicianul francez *Charles de Coulomb* enunţă legile ce-i poartă numele (după care corpurile încărcate cu sarcini electrice contrare se atrag, iar cele încărcate cu sarcini electrice de acelaşi fel se resping). Italianul *Alessandro Volta* inventează „pila voltaică", prototipul elementelor voltaice, a căror utilizare a revoluţionat ştiinţa despre elec-

tricitate. Este un moment crucial în istoria radioului, a electricității și a științei în general.

În 1813, fizicianul danez *Hans Cristian Oersted* descoperă că, atunci cînd curentul electric parcurge un conductor, acul unei busole aflate în vecinătate deviază de la poziția de repaus. Lucrarea sa despre acțiunea curentului electric asupra acului magnetic a produs senzație în lumea oamenilor de știință și o nouă revoluție în studiul electricității ; se descoperise efectul magnetic al curentului.

André Marie Ampère demonstrează, în 1822, echivalența dintre polii magnetici și bobinele parcurse de curenți electrici, arătînd și existența unor interacțiuni între conductoarele parcurse de curent. Tot el face distincția între tensiunea electrică și curentul electric, inventează solenoidul și apoi electromagnetul ; astfel el pune bazele electromagnetismului și electrodinamicii.

O contribuție importantă la studiul curentului electric aduce, în 1826, și fizicianul german *Georg Simon Ohm,* care delimitează clar noțiunile de forță electromotoare, cădere de tensiune și intensitate a curentului, deducînd legea fundamentală care-i poartă numele.

Concomitent activează și învățatul englez *Michael Faraday,* care, aflînd de descoperirea lui Oersted, reface experiența acestuia și, în 1821, publică prima sa lucrare privitoare la fenomenele electromagnetice. Zece ani mai tîrziu el descoperă legea inducției electromagnetice, în 1833 stabilește legile electrolizei, iar din 1836 dezvoltă teoria liniilor de forță electrice și magnetice (introduce ideea de cîmp). Descoperitor și inventator fecund, Faraday a fost o personalitate remarcabilă în lumea științei secolului al XIX-lea, realizările sale aflîndu-se la baza celor ce vor duce la rezultate fructuoase în domeniul telecomunicațiilor.

După o serie de încercări realizate de diverși cercetători, fizicianul rus *Pavel Lvovici Șilling* inventează, în 1832, primul tip de telegraf electric în adevăratul înțeles al cuvîntului. Invenției neacordîndu-i-se importanța cuvenită, este trecută cu vederea. Cel ce a realizat și a pus în practică instalația telegrafică a fost pictorul american *Samuel Morse.* Cariera științifică a acestuia începe în 1832, cînd inventează codul de transmitere telegrafic, compus din puncte și linii, cunoscut și azi. În 1835 Morse reia niște experiențe ale lui *Soemering* și reușește să creeze un tip original de telegraf. Oficial, telegraful electric a intrat în funcțiune la 27 mai 1844, în Statele Unite ale Americii. Prima telegramă a fost transmisă de la Baltimore la Washington, anunțînd alegerea noului președinte al Statelor Unite.

În 1833, pe cînd era director al Observatorului astronomic și profesor la Universitatea din Göttingen, fizicianul german *Karl Friedrich Gauss* realizează un telegraf electric, menit să pregătească drumul dezvoltării vertiginoase a acestuia. *Wilhelm Eduard Weber*, un alt cunoscut fizician german, construiește și el un telegraf electromagnetic, capabil să transmită știri pînă la 3 km distanță. Totodată, Weber face studii asupra electricității, electromagnetismului și magnetismului terestru, reușind să definească și să măsoare cantitățile de electricitate cu ajutorul unităților de lungime, de timp și de masă.

Gustav Robert Kirchhoff a făcut experiențe privind propagarea unei perturbații electrice de-a lungul unui conductor. De asemenea, în 1847, studiind repartiția curentului electric în circuite, deduce teoremele ce-i poartă numele.

Lordul Kelvin, nume sub care este cunoscut fizicianul englez *William Thomson*, aplică geniul său inventiv în diferite domenii ale fizicii și matematicii. Astfel, cele două mari legi ale termodinamicii — legea echivalenței și legea transformării — sînt bazate pe concluziile lui. În 1853 el fundamentează teoria oscilațiilor electrice, fenomen ce stă la baza telegrafiei fără fir.

În anul 1864, fizicianul scoțian *James Clark Maxwell* deschide o etapă importantă în cercetările ce vor duce la apariția radioului, stabilind teoria electromagnetică a luminii. Plecînd de la niște ipoteze mai vechi, emise de Faraday, Maxwell arată că fenomenele electrice și magnetice sînt legate între ele. De aici deduce că trebuie să existe unde electromagnetice, care se propagă în spațiu cu viteza luminii, adică cu circa 300 000 km/s. Maxwell emite ipoteza că unda electromagnetică este materială avînd masă și energie; ea exercită o presiune asupra corpurilor pe care le întîlnește, ipoteză verificată ceva mai tîrziu de fizicianul sovietic Lebedev.

În 1866 americanul *Mahlon Loomis* reușește să transmită semnale la o distanță de aproximativ 14 mile, prin tulburarea echilibrului electric atmosferic.

Zece ani mai tîrziu, inventatorul american *Alexander Graham Bell* reușește să realizeze telefonul, cu ajutorul căruia sunetele pot fi transmise prin fir. Primul telefon al lui Bell era alcătuit din două piese identice asemănătoaare principial cu căștile de radio din zilele noastre. Legate prin două conductoare, piesele deveneau pe rînd receptor și microfon.

O contribuție de seamă la realizarea și perfecționarea telecomunicațiilor a avut-o renumitul inventator american *Thomas Alva Edison*. Dintre cele 1 300 de invenții ale sale amintim doar câte-

va: perfecţionarea lămpii cu incandescenţă, prima centrală electrică cu dinam, telegraful duplex, quadruplex şi sextuplex, telescriptorul, fonograful etc.

Un alt moment crucial în dezvoltarea studiilor care au dus la apariţia radioului îl constituie lucrările fizicianului *Heinrich Rudolf Hertz*. Dacă J. C. Maxwell a prevăzut existenţa undelor electromagnetice, H. R. Hertz, după mai bine de 20 de ani, confirmă experimental această ipoteză. Astfel, în 1887, Hertz a reuşit să producă şi să studieze undele electromagnetice, lucrînd cu un oscilator excitat de o bobină de inducţie. Oscilatorul (un eclator cu sfere, cu capacitate electrică mare) era dispus în focarul unei oglinzi parabolice. Cu ajutorul lui se făcea emisia. Pentru recepţie Hertz folosea tot o oglindă parabolică şi un rezonator, un circuit acordat. Cînd între sferele eclatorului se produceau scîntei, simultan apăreau scîntei şi la extremităţile circuitului acordat al receptorului. Oglinzile parabolice serveau în acest caz ca antene direcţionale; deci Hertz este şi inventatorul antenei direcţionale, atît de utilizată azi.

Lucrările lui Hertz au demonstrat că electricitatea poate fi transmisă prin unde. Experienţele sale au reprezentat începutul studiului practic al radiocomunicaţiilor. El demonstrează apoi că atunci cînd se produce o descărcare electrică într-un circuit alcătuit dintr-o bobină şi un condensator (circuit oscilant), oscilaţiile electrice rezultate produc unde electromagnetice cu o anumită lungime de undă. Deşi principiile descoperite de Hertz stau la baza radiocomunicaţiilor, este de menţionat că el nu le-a dat nici o aplicaţie practică.

La cîţiva ani de la confirmarea experimentală a existenţei undelor electromagnetice, fizicianul francez *Edouard Branly* inventează în 1890 coherorul, realizare importantă spre pasul următor, ce avea să ducă la apariţia radioului. Cu cinci ani înainte, italianul *Calzecchi Onesti* pusese în evidenţă conductibilitatea electrică a piliturilor metalice. Coherorul lui Branly era format dintr-un tub de sticlă umplut cu pulbere de nichel şi astupat cu două dopuri metalice. Înseriind coherorul într-un circuit cu o sursă de curent şi un galvanometru, Branly a constatat că prin circuit nu trece curentul electric. Declanşîndu-se o furtună cu descărcări electrice violente, fizicianul a constatat că pulberea de nichel devine conductoare, lăsînd curentul să circule. O lovitură uşoară însă desensibiliza coherorul, făcîndu-l să nu mai conducă. Era suficient să se producă un nou fulger în atmosferă, pentru ca pulberea metalică din coheror să devină din nou conductibilă. Astfel, Branly descoperă că „detectorul" său poate pune în evidenţă existenţa undelor electromagnetice.

In 1892 *W. Crookes* emite ipoteza transmiterii la distanță a semnalelor cu ajutorul undelor radio. Doi ani mai tîrziu, francezul *Eugène Turpain* preconizează plasarea unui receptor telefonic între capetele rezonatorului lui Hertz.

Reluînd experiențele lui Branly și perfecționînd coherorul, fizicianul englez *Oliver Joseph Lodge* demonstrează posibilitatea recepționării unor semnale Morse prin unde radio. Cu ajutorul coherorului perfecționat Logde reușește să recepționeze semnale radio la circa 36 m distanță de locul unde erau produse. Tot el descrie pentru prima dată fenomenul de „acord", sub numele de „sintonie".

Fizicianul rus *Aleksandr Stepanovici Popov* reface mare parte din experiențele lui Hertz și construiește un sistem capabil să recepționeze undele electromagnetice.

Astfel, în 1894, folosind coherorul lui Branly, un releu telegrafic și o sonerie, a putut face soneria să sune cînd într-o cameră vecină o bobină de inducție producea scîntei.

In timpul cercetărilor folosește, pentru prima oară, antena, al cărei inventator este. Popov aduce modificări și coherorului și-l folosește pentru detecția undelor electromagnetice produse de o descărcare electrică, reușind să construiască un receptor pe care-l denumește „înregistrator de furtună", deoarece atunci cînd în depărtare se produceau fulgere, aparatul începea să sune (1895). După brevetarea telegrafiei de către Marconi, Popov realizează pentru marina rusă aparatură cu care face legături prin unde electromagnetice.

Anul 1895 poate fi considerat ca începutul erei radioului și televiziunii. Sintetizator genial al tuturor elementelor descoperite înaintea sa, italianul *Guglielmo Marconi* creează în acest an primul sistem de radiocomunicații. Experiența epocală, ce marchează acest început, o face la vila Griffone de la Pontechio, lîngă Bologna, unde reușește, în luna iunie 1895, să transmită pentru prima oară semnale Morse între două puncte separate de un deal, deci fără vizibilitate directă. Marconi începe apoi o muncă asiduă de perfecționare a aparaturii de radio-comunicații. În anul 1896, după ce obține primul său brevet, Marconi realizează legături la distanțe de peste 4 km, iar în 1897 mărește această distanță pînă la 14 km, realizînd legături chiar și peste canalul Bristol. În același an fondează la Londra prima companie comercială de T.F.F. Anul 1901 aduce transmiterea primelor semnale peste Oceanul Atlantic, iar anul 1903, primul mesaj telegrafic complet între Anglia și America.

În perioada anilor 1898—1900 alți cercetători își aduc contribuția la perfecționarea radioului. Astfel, germanul *G. S. Braun*

inventează difuzorul, francezul *Ferrié*, detectorul electrolitic, iar *Tissot* și *Pellin*, pe cel cu galenă.

Primele emițătoare radio funcționau cu oscilații „amortizate". Deși randamentul lor era scăzut, totuși aceasta n-a împiedicat ca emițătoarele telegrafice să se răspîndească și să fie folosite pînă în 1935, deși în 1903 fizicianul danez *Valdemar Poulsen* produce primele unde „întreținute", cu ajutorul unui arc voltaic.

Apar noi realizări tehnice care împing înainte progresul, determinînd încet, dar sigur, mersul către apariția radioului. În 1905, fizicianul englez *J. A. Fleming* realizează tubul electronic cu doi electrozi (dioda), a cărui funcționare se bazează pe fenomenul termoionic, descoperit de T.A. Edison. Doi ani mai tîrziu, în 1907, apare elementul revoluționar în domeniul radiocomunicațiilor; tubul cu trei electrozi sau trioda, creat de americanul *Lee de Forest*. Grație acestui nou tub apărut, devine posibilă introducerea amplificării la stațiile de emisie și de recepție. În 1909 are loc prima radiodifuzare a unui concert de la Opera Metropolitană din New York. Un an mai tîrziu, francezii *Collin* și *Jance* construiesc primele radioreceptoare cu tuburi, iar Ferrié și Benot instalează primele radioreceptoare pe avioane.

Odată apărut, radioul începe să fie perfecționat. Astfel, fizicianul german *A. Meissner* descoperă, în 1913, principiul reacției, realizînd prin aceasta mărirea sensibilității radioreceptoarelor. In același an fizicianul american *Irving Langmuir* iventează tetroda, tubul electronic cu patru electrozi. În 1914, americanul *Edwin Armstrong* descoperă principiul superreacției, iar în 1917, francezul *Lucien Lévy*, pe cel al schimbării de frecvență, deschizînd larg porțile spre viitoarele superheterodine, folosite azi.

Prima stație de radiodifuziune este instalată, în 1919 în orașul Pittsburg din Statele Unite ale Americii. În Anglia, bazele radiodifuziunii au fost puse în noiembrie 1912, în Franța în decembrie 1922, în Germania în octombrie 1923.

În țara noastră, prima stație de emisie s-a instalat în 1926, la Institutul electrotehnic universitar din București. În luna august a aceluiași an s-a transmis, în țara noastră, primul program muzical, recepționat doar pînă la Giurgiu. Tot atunci s-a instalat primul studio, în care s-au produs mai mulți soliști de la Operă, în frunte cu vestitul cîntăreț Folescu. Abia în 1929 s-a construit la noi prima mare stație de emisie (12 kW), plasată în apropierea Bucureștiului, avînd studioul în oraș, pe strada Berthelot, azi Nuferilor.

Intre timp, radiotehnica și radioelectronica în general făceau progrese simțitoare. Apar tuburi electronice cu mai multe grile, se studiază felurite tipuri de montaje, se produce material

(rezistenţe, condensatoare, bobine, potenţiometre etc.) tot mai perfecţionate.

Italienii *Bellini* şi *Tossi* creează radiogoniometria, care aduce perfecţionări în telemecanică. Un eveniment deosebit se petrece în anul 1930, cînd *Guglielmo Marconi* aprinde luminile electrice ale expoziţiei din Sidney (Australia), prin acţionarea butonului unui radioemiţător instalat pe bordul iahtului „Electra", ancorat în rada portului Genova (Italia). Are loc, deci, prima experienţă de telecomandă de foarte mare distanţă.

Evoluţia ulterioară a radiocomunicaţiilor a depăşit şi cele mai optimiste previziuni. Desigur, nu putem încheia această succintă şi incompletă trecere în revistă a istoriei radioului fără a aminti de descoperirea şi utilizarea semiconductoarelor, care au produs a doua revoluţie, după aceea a tuburilor electronice. Apariţia tranzistorului, în anul 1948, datorită lucrărilor fizicienilor americani *I. Bardeen* şi *W. H. Brattain*, a deschis era miniaturizării aparaturii electronice. Începută prin utilizarea circuitelor imprimate şi continuată azi cu circuitele integrate, miniaturizarea a depăşit fantezia: un bloc cu dimensiunile unei cutii de chibrituri conţine echivalentul cîtorva sute de triode, condensatoare, rezistenţe, bobine etc.

Azi, radiotehnica a devenit o adevărată forţă în dezvoltarea societăţii. Ei îi datorăm radioul, televiziunea, zborul fără vizibilitate, dirijarea sateliţilor şi a staţiilor orbitale, radioastronomia, calculatoarele electronice şi multe, multe ale realizări epocale.

Din scurtul istoric prezentat reiese că radioul este o operă colectivă, rezultat al eforturilor conjugate ale numeroşilor oameni de ştiinţă şi practicieni de toate naţionalităţile, legaţi între ei prin pasiunea muncii spre binele general al omenirii.

Ce este şi în ce constă activitatea de radioamator

Trebuie ştiut că activitatea de radioamator este la îndemîna oricui, constituind o pasionantă preocupare ştiinţifică, o cale de pregătire tehnică personală şi un minunat mijloc de legătură cu mulţi oameni din întreaga lume.

Care sînt posibilităţile acestei activităţi? Cum se poate intra în această minunată lume, unde distanţele ce stau în calea stabilirii de relaţii între oameni nu au nici un fel de importanţă?

Apariţia primelor aparate de emisie şi recepţie pentru undele radio, în anul 1895, reprezintă, aşa cum am văzut, integrarea

rezultatelor obţinute de minţile ingenioase ale numeroşilor cercetători de pe întreg globul.

De la apariţia primului radioreceptor şi pînă astăzi, radiotehnica a străbătut un drum destul de scurt, în comparaţie cu alte ştiinţe, ea avînd un rol însemnat şi în dezvoltarea altor ramuri ale ştiinţei şi tehnicii.

Dezvoltarea vertiginoasă a radioelectronicii în general, şi a radiotehnicii în special, s-a datorat în parte şi contribuţiei permanente a radioamatorilor. Considerăm că o scurtă incursiune şi în istoria radioamatorismului se va dovedi utilă, în special pentru cultura generală a fiecărui radioamator.

Prin anul 1910 apar primele staţii de emisie-recepţie construite şi operate de radioamatori. Deşi distanţele acoperite de radioemiţătoare nu depăşeau ordinul kilometrilor, noua îndeletnicire tehnico-sportivă atrage curînd un număr din ce în ce mai mare de pasionaţi. De aceea apare necesitatea reglementării activităţii radioamatorilor, fapt ce are loc în 1912, la Conferinţa internaţională de telecomunicaţii, ţinută la Londra. Aici se adoptă hotărîrea ca amatorilor să li se permită desfăşurarea experienţelor în gama frecvenţelor mai mari de 1 MHz, domeniu considerat pe atunci inutilizabil pentru legături radio la distanţe mari. Radioamatorii au fost însă aceia care au demonstrat că această opinie era complet greşită.

Printre pionierii radioamatorismului trebuie menţionaţi cei ce s-au distins în mod special. Unul dintre aceştia a fost *Hiram Percy Maxim*, care în 1914 întemeiază şi devine primul preşedinte al unei asociaţii de radioamatori (American Radio Relay League), iar apoi fizicianul sovietic *M. A. Bonci-Bruevici*, conducătorul laboratorului radio din Nijni-Novgorod.

Fără îndoială că s-au mai remarcat numeroşi alţi radioamatori. Vom cita însă doar pe cei ce s-au „luptat" cu kilometrii, dovedind că undele scurte permit legături la distanţe enorme. Dintre aceştia menţionăm pe francezul *Léon Deloy*, şi americanii *Fred Schnell* şi *John Reinartz* (dealtfel şi radioconstructori renumiţi), care în noaptea de 27 spre 28 noiembrie 1923 reuşesc să efectueze primul contact intercontinental Europa—America. Sovieticul *Ernst Krenkel*, primul radioamator membru al unei expediţii polare, reuşeşte un prim contact radio între Polul Nord şi Polul Sud (unde se găseau membrii expediţiei americane a amiralului Byrd).

Anul 1925 consemnează la Paris prima consfătuire internaţională a radioamatorilor, cînd se pun bazele I.A.R.U. (International Amateur Radio Union). În anul următor iau fiinţă asociaţii naţionale ale radioamatorilor în Franţa şi Marea Britanie.

Printre pionierii radioamatorismului în țara noastră cităm pe ing. *Paul Popescu-Mălăești* (în 1926 a realizat primele radiolegături), ing. *Nicolae Lupaș*, dr. *Alexandru Savopol* (inițiatorul și organizatorul primului radioclub din România la Craiova), *Cezar Brătescu* etc.

Mărindu-se numărul iubitorilor de unde scurte, în 1936 se întemeiază „Asociația Amatorilor Români de Unde Scurte" (A.A.R.U.S.). Cel de-al doilea război mondial întrerupe un timp activitatea neobosiților noștri radioamatori. În 1948 se creează „Asociația radioamatorilor de emisie și recepție din România". Ulterior, timp de cîțiva ani, activitatea radioamatorilor noștri a fost coordonată de A.V.S.A.P. Astăzi, această activitate, reunită sub aspectele competițional-sportive, este condusă și îndrumată de Consiliul Național pentru Educație Fizică și Sport din Republica Socialistă România, prin organul său de specialitate, Federația Română de Radioamatorism, conform prevederilor H.C.M. 970 din 1960. În prezent, peste 1 500 stații de radioemisie-recepție de amatori (individuale și de club) pot fi întîlnite pe lungimile de unde scurte acordate traficului prin convenții internaționale.

In încheierea acestui scurt istoric, *menționăm că activitatea de radioamator este permisă numai persoanelor care posedă autorizație din partea Ministerului Transporturilor și Telecomunicațiilor. Cei interesați să obțină o astfel de aprobare se pot adresa Radiocluburilor județene, unde primesc toate îndrumările necesare.*

Și acum să răspundem unei întrebări, pusă adeseori de neinițiați: „În ce constă activitatea de radioamator ?".

De la început trebuie spus că este o activitate de studii, de cercetări și experimentări, începînd cu mijloacele de radiocomunicații (aparate de radioemisie, radiorecepție etc.) și mergînd pînă la studierea propagării undelor radio, la realizarea de construcții de concepție proprie, de mijloace radioelectronice de telecomandă, de automatizări și aplicații ale radiotehnicii și electronicii în toate ramurile de producție etc.

Pentru experimentări, s-au stabilit prin convenții internaționale anumite lungimi de undă, în domeniul undelor scurte și ultrascurte, în care radioamatorii își pot încerca aparatura, stabilind legături unii cu alții, comunicîndu-și observațiile în privința aparaturii și propagării, și consultîndu-se în problemele tehnice legate de această activitate.

Pentru realizarea acestor legături radioamatorii folosesc mijloace de comunicație radiotelegrafice și radiotelefonice, servindu-se de anumite coduri, precum „codul Q" și „codul prescurtărilor", cu valabilitate mondială, sau de orice limbă străină cunoscută de ambii corespondenți. Prin stațiile lor, radioamatorii

stabilesc legături pe orice distanţe în jurul globului. Mînuirea cu îndemînare a aparaturii, transmiterea şi recepţia semnalelor telegrafice în vederea obţinerii de performanţe ridicate, cu aparate în general de mică putere, evidenţiază şi latura sportivă a acestei activităţi. Amintim că în ţara noastră se organizează anual campionate republicane, ca de exemplu : *Campionatul de unde scurte, Campionatul de unde ultrascurte, Campionatul de „vînătoare de vulpi", Campionatul de telegrafie.*

Nenumărate diplome naţionale şi internaţionale vin să încununeze succesele obţinute de radioamatori. Anual au loc zeci de concursuri interne şi internaţionale, în care radioamatorii, în faţa aparatelor, îşi măsoară îndemînarea şi competenţa tehnică.

Transmisiile de televiziune de radioamatori, ca şi utilizarea radioteletypului preocupă din ce în ce mai intens pe mulţi radioamatori.

Descoperirea de procedee noi a fost şi este pentru radioamatori o sursă de răsunătoare succese. Chiar şi în prezent, cînd laboratoarele profesionale sînt utilate astfel încît s-ar părea că pot face multe descoperiri importante, radioamatorii proiectează şi construiesc aparate de tipuri noi şi nu este exclus ca în viitor radioamatorii să imagineze şi să realizeze aparate care să revoluţioneze întreaga tehnică a comunicaţiilor radio.

Legăturile prin radio între amatori sînt confirmate prin schimbarea între aceştia a unor cărţi poştale speciale (cărţi QSL). Ele servesc, de asemenea, pentru obţinerea diferitelor diplome eliberate fie de Uniunea Internaţională a Radioamatorilor (I.A.R.U.), fie de asociaţia amatorilor din ţara respectivă. În cazul radioamatorilor români, diplomele se eliberează de către Federaţia Română de Radioamatorism, din cadrul C.N.E.F.S.

În majoritatea cazurilor, radioamatorii intră în legătură între ei fără a se cunoaşte personal. Comunitatea ţelurilor urmărite şi caracterul esenţial dezinteresat al acestei preocupări ştiinţifice, care îi uneşte, dau naştere unor legături de prietenie între toţi, ceea ce contribuie într-o anumită măsură la înţelegerea între popoare, la menţinerea păcii în lume.

Convorbirile pe calea undelor între radioamatorii din diferite ţări şi continente obligă la însuşirea, prin conversaţii directe, a limbilor cu caracter internaţional, la dezvoltarea cunoştinţelor generale despre lume, în afara dezvoltării cunoştinţelor de radiotehnică, electronică şi fizică, în general.

Radioamatorismul este deci o înaltă şcoală pentru lărgirea cunoştinţelor generale, în care tineretul învaţă mult, călăuzit de pasiunea pentru ştiinţă şi tehnică. Pe de altă parte, ca sport tehnic, radioamatorismul şlefuieşte şi maturizează caracterele, for-

mează deprinderea şi îndemînarea în lucrări tehnice, formează radioconstructori şi radiotelegrafişti de performanţă, necesari atît reţelelor de radiocomunicaţii, cît şi apărării patriei în caz de nevoie.

La locurile de muncă, radioamatorii îşi aduc aportul prin raţionalizări, inovaţii şi invenţii în toate ramurile de producţie.

Caracterul atrăgător, pasionant al acestei activităţi, ca şi importanţa pe care o prezintă pentru răspîndirea cunoştinţelor tehnice, o recomandă în suficientă măsură tuturor, şi mai ales tineretului.

Emisia şi recepţia

Mai înainte de a aborda tema propriu-zisă a volumului, în acest capitol introductiv vom face o sumară descriere a fenomenelor ce au loc în timpul emisiei şi recepţiei.

Desigur că unii cititori, necunoscători în ale radiotehnicii, şi-au pus întrebarea : cum este posibil ca stînd comod acasă într-un fotoliu să poţi asculta un concert simfonic ori urmări o transmisie sportivă de pe un stadion ?

În fig. 1 este prezentată o schemă generală a unui program radiodifuzat, de la locul emisiei pînă la recepţie.

Primul element al lanţului emisie-recepţie este *microfonul.* Acesta transformă sunetele produse de vocea omenească sau de instrumente muzicale în curent alternativ de audiofrecvenţă. Cum curentul generat de microfon nu poate crea unde radio care să se propage în spaţiu, este necesară în primul rînd amplificarea lui. Aceasta se realizează într-un *amplificator de audiofrecvenţă.* Chiar şi după amplificare, curentul alternativ produs de microfon nu este capabil să genereze unde radio.

Pentru ca un curent de audiofrecvenţă să poată parcurge distanţele dintre antena emiţătorului şi antenele receptoarelor, el este transmis prin cablu de la locul de producere (studio, sală de concert, stadion etc.) la staţia de emisie, unde se găseşte *oscilatorul* şi *amplificatorul de radiofrecvenţă modulat.* Care este funcţia lor ?

După cum am mai spus, curentul de audiofrecvenţă nu poate produce unde radio. De aceea, pentru a putea fi transportat la distanţă, se foloseşte o *undă purtătoare,* generată de amplificatorul de radiofrecvenţă. În interiorul sau la ieşirea acestuia are loc suprapunerea curentului de audiofrecvenţă peste curentul de radiofrecvenţă amplificat, operaţie ce poartă numele de *modulare.* Modularea se poate face fie prin variaţia amplitudinii undei pur-

tătoare, în care caz poartă denumirea de *modulaţie de amplitudine*, fie prin variaţia frecvenţei acesteia, cînd poartă denumirea de *modulaţie de frecvenţă.*

Curentul de radiofrecvenţă modulat este aplicat antenei, prin intermediul căreia apar în spaţiul înconjurător unde radio (elec-

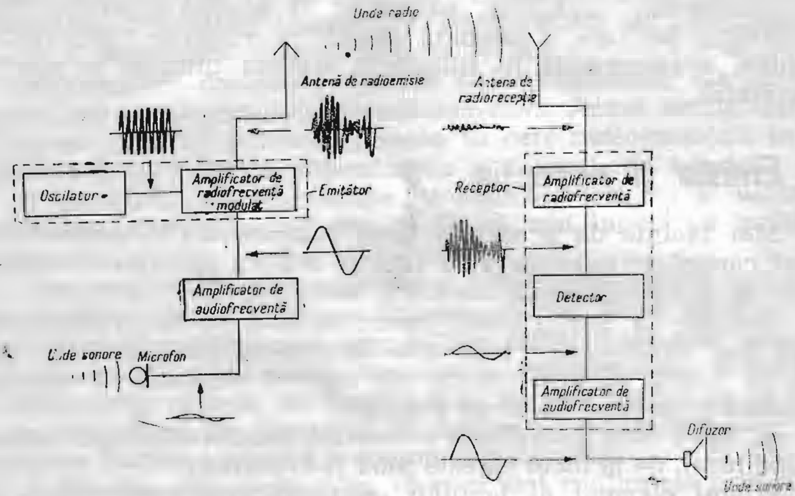


FIG. 1

tromagnetice) care se propagă la mari distanţe. Proprietăţile „miraculoase" ale acestor unde au dat naştere radiocomunicaţiilor la distanţă. O parte din undele electromagnetice se propagă la suprafaţa pămîntului, formînd aşa-numita *undă directă* (sau undă de suprafaţă), iar altele pornesc spre părţile superioare ale atmosferei, unde întîlnesc o pătură ionizată (ionosfera) care le reflectă ca o oglindă. Undele reflectate se întorc din nou la suprafaţa pămîntului, la distanţă faţă de postul de emisie. Aceste unde poartă denumirea de *unde reflectate, unde spaţiale* sau *unde indirecte.*

Intre punctul de întoarcere al undelor reflectate şi cel în care unda directă se atenuează total, apare o zonă în care recepţia nu este posibilă, denumită *zonă de tăcere*, ceea ce explică de ce uneori pe frecvenţele mai ridicate (de exemplu pe unde scurte) se recepţionează mai bine emisiuni mai îndepărtate decît unele mai apropiate. Alteori, în punctele în care ajung ambele feluri de unde se produc interferenţe ce se manifestă prin slăbiri şi creşteri

ritmice ale semnalelor, purtînd denumirea de *fading*. Fadingul se produce însă cel mai frecvent datorită varierii condiţiilor de propagare a undelor prin ionosferă.

În călătoria lor prin spaţiu, undele electromagnetice întîlnesc antenele aparatelor de radiorecepţie, în care induc curent de radiofrecvenţă cu aceeaşi frecvenţă ca a staţiei de radioemisie. Acest curent este aplicat aparatului de radiorecepţie, unde, în prima parte, se produce o selectare cu ajutorul unui circuit de acord, apoi o amplificare cu ajutorul unui amplificator şi ulterior separarea curentului de audiofrecvenţă de unda purtătoare, operaţie ce poartă denumirea de *detecţie*, care se efectuează prin intermediul unei diode. Curentul de audiofrecvenţă rezultat este amplificat într-un amplificator şi apoi transformat în vibraţii sonore prin intermediul unui difuzor sau al unei căşti.

În acest fel, vocea sau sunetele muzicale produse în faţa microfonului la staţia de radioemisie sînt reproduse întocmai la staţia de radiorecepţie.

Pentru comunicaţiile radiotelegrafice se foloseşte întreruperea ritmică a curentului de radiofrecvenţă nemodulat (sau modulat cu o frecvenţă acustică) în grupe de linii şi puncte, reprezentînd litere sau cifre. La recepţie, aceste întreruperi sînt transpuse în litere şi cifre corespunzătoare fie de un radiotelegrafist, fie de aparate ce le transcriu direct.

Acesta este, în linii mari, mecanismul radiocomunicaţiilor.

Şi acum putem trece la cunoaşterea amănunţită, teoretică şi practică, a acestui mecanism, făcînd împreună primii paşi într-o activitate pasionantă, care reprezintă în acelaşi timp muncă, distracţie, preocupare ştiinţifică şi sport.

Noţiuni de electricitate şi electrotehnică

Curentul electric de conducţie

Astăzi nu mai este o taină pentru nimeni că substanţele sînt alcătuite din molecule, iar acestea din atomi. Pentru a putea descifra cîteva „secrete" ale curentului electric, trebuie să facem o scurtă şi sumară incursiune în microcosmosul atomic. Schematic, ne imaginăm atomul ca un sistem solar miniatural, alcătuit dintr-un nucleu (soarele) şi mai mulţi electroni (planetele) plasaţi pe diferite orbite. Pentru ca acest minisistem să nu se disperseze, între nucleu şi electroni au loc interacţiuni reciproce. Cercetările au arătat că nucleul poartă sarcini electrice pozitive, iar electronii sarcini electrice negative. Numărul sarcinilor electrice de semn contrar din atom este egal ; deci, din punct de vedere electric atomul este neutru.

Ca să înţelegem mai uşor fenomenele despre care va fi vorba în continuare, admitem că electronii se rotesc în jurul nucleului pe orbite concentrice. În cursul rotaţiei lor, electronii periferici (de pe ultimul strat) se pot deplasa de pe orbita lor pe orbita altui atom învecinat, care a pierdut un electron în acelaşi mod. În felul acesta în masa unei substanţe au loc pierderi şi captări de electroni liberi, fapt ce-i determină să se găsească într-o continuă stare de dezechilibru electric.

Dacă electronii părăsesc orbita unui atom, se creează un dezechilibru electric prin reducerea numărului de electroni de pe orbită ; invers, atomul care a primit un electron are un exces de electroni. În primul caz, lipsa electronilor determină un exces de sarcini pozitive, iar în al doilea, de sarcini negative. Pentru a determina electronii să-şi părăsească orbita, deci pentru a obţine sarcini electrice, este necesar să se intervină din afară cu diferite forme de energie : mecanică, chimică, termică etc.

Cum pe noi ne interesează curentul electric de conducţie, în cele ce urmează ne vom limita la a prezenta cîteva generalităţi,

menite să permită înţelegerea unor noţiuni şi fenomene utilizate curent în radioelectronică.

Se ştie din studiul chimiei că metalele conţin electroni liberi, care au o mişcare dezordonată printre atomii reţelei cristaline ce formează metalul. Dacă o bucată de conductor metalic (sîrmă, de exemplu) se introduce într-un cîmp electric (spaţiul în care se manifestă influenţa sarcinilor electrice), atunci asupra fiecărui electron liber din metal, cîmpul exercită forţe ce-i imprimă acestuia o mişcare. Drept urmare, mişcarea dezordonată a electronilor liberi se transformă într-o mişcare ordonată, adică sarcinile de acelaşi fel se deplasează pe aceeaşi direcţie, în acelaşi sens. Mişcarea aceasta ordonată faţă de conductor a electronilor liberi constituie curentul electric de conducţie.

După cum se ştie, viteza curentului electric este de aproximativ 300 000 km/s. Ar rezulta de aici — în mod eronat însă — că dacă avem un conductor lung de 300 000 km, electronii s-ar deplasa într-o secundă de la un capăt la celălalt al conductorului. În realitate lucrurile nu se petrec aşa, procesul fiind destul de complex, pentru că există o diferenţă fundamentală între viteza individuală a electronilor care părăsesc un atom trecînd la altul şi viteza de propagare a ansamblului de electroni. Electronii nu străbat de la un capăt la altul conductorul. De pildă, atomii pozitivi (care au pierdut electroni) de la un capăt al conductorului atrag electronii atomului vecin. Aceştia, deveniţi pozitivi prin pierderea electronilor, atrag la rîndul lor electronii altor atomi din vecinătatea lor. Şi aşa, din aproape în aproape, fenomenul se repetă şi apare curentul electric.

Generatorul electric

Să presupunem că avem două conductoare (I şi II), dintre care primul încărcat cu o cantitate mai mare de sarcini electrice (electroni) decît al doilea, adică aflate la potenţiale electrice diferite (fig. 2-*a*). Să legăm aceste conductoare cu un al treilea. Rezultă că electronii trec de pe conductorul I pe II, în sensul arătat de săgeată. Trecerea electronilor are loc pînă ce potenţialele celor două conductoare se egalează. Aşadar, a existat un curent electric doar un timp foarte scurt, cît a durat egalarea potenţialelor electrice.

Ce este de făcut ca să se menţină un timp mai îndelungat curentul electric? Desigur, trebuie păstrată diferenţa de potenţial între conductoarele I şi II. Deci, trebuie ca electronii să revină continuu de la conductorul II la conductorul I, printr-un

alt conductor. Dacă de la conductorul I electronii pot trece pe conductorul II sub acţiunea cîmpului electrostatic dintre conductoare, ei nu pot însă reveni prin alt conductor în sens invers. De aceea este necesar ca pe traseul acestui ultim conductor să se intercaleze un dispozitiv *(G)*, menit să imprime electronilor o anumită energie, capabilă să permită acestora învingerea forţelor cîmpului electrostatic (fig. 2-*b*). Acesta poartă numele de *generator* sau *sursă-electrică*. El produce şi întreţine tensiunea electrică pe baza unor forţe de natură neelectrostatică, create de un *cîmp electromotor*. Tensiunea produsă de cîmpul electromotor poartă numele de *tensiune electromotoare (t. e. m.)*; ea se notează cu E.

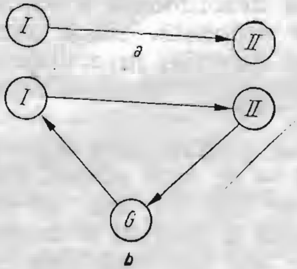


FIG. 2

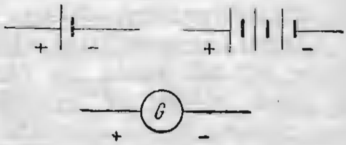


FIG. 3

Deoarece cîmpul electromotor poate fi *indus* (cînd ia naştere prin inducţie electromagnetică) sau *imprimat* (dacă forţele neelectrostatice sînt de origină neelectrică: chimică, termică, luminoasă etc.), tensiunea electromotoare poate fi şi ea, corespunzător, *tensiune electromotoare indusă* sau *tensiune electromotoare imprimată*.

În funcţie de energia care creează cîmpul electromotor al generatorului, există mai multe feluri de generatoare electrice: *elemente galvanice, dinamuri şi alternatoare, termoelemente, fotoelemente* etc. Pentru radiotehnică interesează mai ales elementele galvanice — capabile să producă o tensiune continuă, folosită azi, în special, la alimentarea radioreceptoarelor cu tranzistoare — şi alternatoarele, care produc tensiunea alternativă furnizată de reţeaua electrică (110 V şi 220 V); nu ne vom opri însă asupra acestora din urmă decît în măsura înţelegerii fenomenului producerii curentului alternativ şi al transformării sale în curent continuu. Convenţional, generatoarele de curent continuu se reprezintă simbolic pe scheme ca în fig. 3.

Curentul continuu

Toate montajele radioconstructorilor folosesc curentul electric continuu și curentul electric alternativ. De aceea este necesar să ne oprim puțin asupra lor.

Prin *curent continuu* înțelegem curentul electric care-și păstrează permanent sensul. În radiotehnică, în general, pentru obținerea lui se folosesc pilele electrice și acumulatoarele. Vom mai avea ocazia să vorbim despre acestea; acum ne vom limita la unele considerații teoretice.

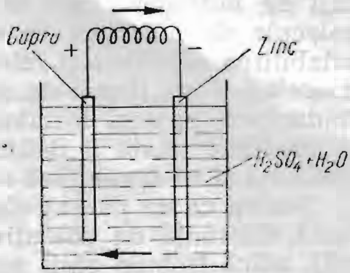


FIG. 4

Fizicienii au constatat că într-un circuit alcătuit numai din conductoare de clasa I (conductoare metalice) nu poate lua naștere o tensiune electromotoare. Dacă însă se alcătuiește un circuit din conductoare de clasele I și II (un electrolit) se formează un *element galvanic* sau o *pilă electrică*, capabilă să furnizeze curent electric continuu.

Cea mai simplă pilă electrică este constituită dintr-un recipient din material izolant, plin cu o soluție diluată de acid sulfuric (electrolitul — conductorul de clasa II), în care sînt introduși doi electrozi: unul de zinc și altul de cupru (conductoare de clasa I). Primul formează electrodul negativ, celălalt electrodul pozitiv al sursei (fig. 4). Deoarece acest element a fost descoperit de italianul Alessandro Volta, el a primit numele de *element Volta* (sau „voltaic"). Unind cu un conductor (sîrmă) cei doi poli și apropiind de acesta acul magnetic al unei busole, se constată deviația acului magnetic, deci existența unui curent electric care are un singur sens. Rezultă că pila furnizează curent continuu. Cum se explică apariția curentului?

Diluînd cu apă acidul sulfuric (H_2SO_4), acesta se disociază în ioni cu sarcini electrice diferite și anume: ioni pozitivi de hidrogen (H^+) și ioni negativi de radicali sulfurici (SO_4^{--}). Cît timp electrozii nu sînt conectați la exterior prin conductor, practic în interiorul pilei nu are loc nici o reacție chimică între electrolit și electrozi. Cînd conectăm electrozii la exterior, se produce o deplasare de electroni ce urmărește egalizarea sarcinilor de pe cei doi electrozi, sarcini diferite datorită afinității electronice, care la cupru este mai mare decît la zinc. Reamintim că prin afi-

nitatea electronică a unui element chimic se înțelege energia necesară pentru a smulge un electron de pe orbita periferică a atomului respectiv. Valoarea acestei afinități este foarte mică și variază de la un element la altul. Astfel electrodul de cupru devine mai bogat în electroni. Fiind cedați de electrodul de zinc, acesta devine pozitiv față de cel de cupru.

Electronii aflați în exces pe electrodul de cupru neutralizează ionii de hidrogen, care se transformă în atomi neutri, apoi în molecule de hidrogen ce se degajă sub formă de bule. Pentru restabilirea echilibrului, electrodul de zinc cedează noi electroni. În același timp, fluxul de electroni se deplasează încontinuu prin conductorul extern, formînd un curent electric continuu. Curentul continuu poate fi definit ca acel curent care are o tensiune constantă și se deplasează constant în același sens.

Pentru ca un curent electric să circule continuu trebuie menținută diferența de potențial (dezechilibrul electric între cei doi poli), adică trebuie găsit mijlocul cu ajutorul căruia să se scoată electroni de pe un corp și să fie transferați altuia (în cazul nostru de pe zinc pe cupru). În elementele galvanice lucrul acesta se produce pe seama energiei chimice. Ea determină efectuarea din exterior a unui lucru mecanic, care deplasează, fără întrerupere și în același sens, sarcini electrice de pe un electrod pe altul, pentru a crea diferența de potențial. Aceasta este tensiunea electromotoare.

Ce se întîmplă dacă se deschide circuitul exterior, se desface legătura conductorului care unește cei doi poli? Curentul dispare. Tensiunea electromotoare va continua însă să existe și în circuitul întrerupt. Deci, pentru a exista un curent, în afară de tensiune electromotoare trebuie să existe și un circuit închis.

Circuitul electric și sensul curentului

Intregul sistem, alcătuit din elementele prin care se deplasează sarcinile electrice, adică circulă curentul electric, poartă numele de *circuit electric.*

In fig. 5 este prezentat un circuit electric alcătuit dintr-o sursă de curent continuu, conductoarele de legătură și receptoarele (R) sau consumatoarele de energie electrică. Acestea din urmă reprezintă aparatele care utilizează energia electrică și conductoarele care leagă sursa de aparate. Deoarece circuitul prezentat nu este întrerupt în nici un punct, iar curentul electric circulă în sensul arătat de săgeți, spunem că *circuitul este închis.* Dacă intercalăm în circuit un întreruptor (K) și întrerupem circui-

tul, curentul nu circulă ; acum avem de-a face cu un *circuit deschis*.

La orice circuit alcătuit dintr-o sursă de curent, aparate consumatoare şi conductoare de legătură, deosebim un *circuit interior* (porţiunea de circuit aflată în interiorul generatorului) şi un *circuit exterior* (porţiunea de circuit formată din aparatele consumatoare şi conductoarele de legătură).

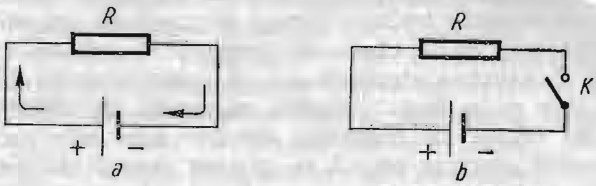


FIG. 5

În practica radiotehnicii circuitele se întîlnesc la tot pasul, pentru că toate radioreceptoarele sau radioemiţătoarele sînt alcătuite dintr-o multitudine de circuite.

Convenţional se admite ca în orice circuit sensul de deplasare a curentului electric este sensul dinspre potenţialul mai ridicat (marcat cu +) spre potenţialul mai scăzut (marcat cu —), adică sensul în care s-ar deplasa sarcinile pozitive. Sensul acesta *convenţional* sau *tehnic* a fost adoptat cu mulţi ani în urmă, cînd nu se cunoşteau intimităţile legate de circulaţia electronilor. În realitate însă, *sensul real* al deplasării curentului într-un conductor (deci în porţiunea exterioară a circuitului) este sensul mişcării electronilor, adică de la minus la plus (fig. 6).

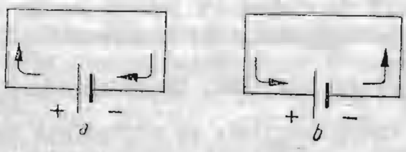


Fig. 6

De aici trebuie reţinut că ori de cîte ori se vorbeşte în ştiinţă şi tehnică despre sensul curentului electric, se subînţelege sensul tehnic, convenţional, sensul de deplasare de la polul pozitiv la polul negativ.

Aşa cum am mai spus, adoptarea sensului convenţional se datorește faptului că el a fost stabilit cu aproape 100 de ani înaintea descoperirii electronului. Cititorii se pot întreba: „De ce, după descoperirea electronului, nu s-a aplicat în tehnică sensul real?" Nu ar fi fost uşor, pentru că toate legile şi regulile legate de sensul curentului, deduse în urmă cu zeci de ani, se referă la sensul convenţional adoptat iniţial.

Este, de asemenea, foarte important de reţinut că în orice circuit închis curentul trece prin sursa de tensiune electromotoare. În legătură cu aceasta trebuie făcută o precizare, şi anume: deosebirea dintre tensiunea electromotoare şi tensiune, care uneori se confundă. Tensiunea electromotoare, generatoarea diferenţei de potenţial dintre polii unui element galvanic, de pildă, *există independent de faptul că circuitul electric este sau nu închis*. În schimb curentul electric există în circuit *numai dacă acesta este închis*. Aşadar, tensiunea electromotoare este aceea care determină apariţia curentului electric în circuit.

Conductoare, izolatoare, semiconductoare

După cum se ştie, nu toate corpurile permit trecerea curentului electric în mod asemănător. De exemplu, dacă din diferite materiale se taie cuburi cu latura de un centimetru şi se aplică pe două din feţele opuse o tensiune de un volt, se constată că, în funcţie de material, se stabilesc curenţi diferiţi ca mărime.

Apariţia curenţilor diferiţi ca ordine de mărime, deşi pe feţele cuburilor se aplică aceeaşi tensiune depinde de doi factori: 1 — de numărul de electroni liberi aflaţi în masa corpului respectiv; 2 — de uşurinţa cu care electronii se pot deplasa în spaţiul interatomic, pe direcţia cîmpului electric aplicat.

Rezistenţa opusă de cubul cu latura de un centimetru curentului de un volt poartă numele de *rezistenţă specifică* sau *rezistivitate* şi se măsoară în ohm/cm. Inversul său $\left[\frac{1}{\Omega\ \text{cm}}\ \text{sau}\ (\Omega\text{cm}^{-1})\right]$ poartă numele de *conductivitate* şi reprezintă proprietatea corpurilor de a conduce un curent mai mare sau mai mic.

Dacă se ţine seama de conductivitate, toate corpurile din natură pot fi împărţite în trei mari categorii: *conductoare, izolatoare (dielectrice)* şi *semiconductoare*. Trebuie spus de la început că în natură nu există corpuri conductoare sau dielectrice perfecte, ideale.

In categoria conductoarelor intră, în primul rînd, metalele și ele interesează pe radioconstructor. Acestea au conductivitate mare [de ordinul a $10^4 \ldots 10^6$ (Ω cm^{-1})], permițînd unui curent să le străbată cu ușurință, atunci cînd asupra lor acționează un cîmp electric. Cauza marii conductivități a metalelor se explică prin existența unui foarte mare număr de electroni liberi (cca 10^{22}/cm), datorită faptului că legăturile electronilor periferici sînt destul de slabe.

Ca atare, este suficient ca un electron să primească o cuantă de energie (de pildă prin ciocnirea atomilor datorată agitației termice la temperatura obișnuită), ca electronul să sară de pe orbita sa periferică și să „circule" în spațiile interatomice ale metalului. Dacă însă temperatura crește, sporește și numărul de electroni liberi, dar mobilitatea lor în interiorul corpului scade datorită ciocnirilor dese cu atomii excitați termic. Deci conductivitatea metalelor scade cînd acestea sînt încălzite.

Izolanții sau dielectricii au o conductivitate foarte mică [$10^{-8} \ldots 10^{-18}$ (Ω cm^{-1})] datorită unui număr redus de electroni liberi, care la temperatura obișnuită este de aproximativ 100/cm. Spre deosebire de conductoare (metale), materialele dielectrice au electronii periferici legați mai puternic de atomi și necesită o energie mult mai mare pentru ca să apară electronii liberi. De aceea — invers decît la metale — prin încălzirea dielectricilor conductivitatea crește, rămînînd însă incomparabil mai mică decît a conductoarelor.

Semiconductoarele — asupra cărora ne vom opri mai temeinic în alt capitol — sînt corpuri cu proprietăți intermediare între conductoare și izolatoare, conductivitatea lor variind în limite largi, între $10^{-8} \ldots 10^3$ (Ω cm^{-1}).

Tensiune, intensitate, rezistență

Să revenim la figura 2-*b*. Acolo am prezentat un circuit electric închis, format din conductoare și un generator. Așa cum am văzut, tensiunea electromotoare (E) determină producerea curentului electric în întregul circuit, caracterizînd sursa electrică. Această tensiune electromotoare nu are caracterul unei forțe mecanice, ci reprezintă numai cauza producerii curentului electric. De aceea tensiunea electromotoare este o mărime numeric egală cu energia transmisă de generator pentru a trece prin circuit unitatea de sarcină electrică.

Diferența de potențial între două puncte ale unui circuit se numește obișnuit *tensiune*. Ea se măsoară în *volți (V)* și se în-

seamnă cu U. Într-un circuit închis tensiunea electrică la bornele sursei de curent este mai mică decît tensiunea electromotoare a sursei, deoarece rezultă din tensiunea electromotoare din care se scade căderea de tensiune (u) datorită rezistenţei interne a sursei, adică : $U=E-u$.

In cazul cînd circuitul este deschis, tensiunea între două puncte este egală cu tensiunea electromotoare a sursei.

Recapitulînd cele spuse în legătură cu diferenţa de potenţial într-un circuit, trebuie să precizăm că aceasta se măsoară în volţi (V). În practică, pe lîngă unitatea de tensiune se folosesc multiplii şi submultiplii. Astfel se folosesc : kilovoltul (kV) — 1 000 V, milivoltul (mV) — 0,001 V (o miime de volt, 10^{-3} V), microvoltul (μV) — 0,000 001 V (o milionime de volt ; 10^{-6}V).

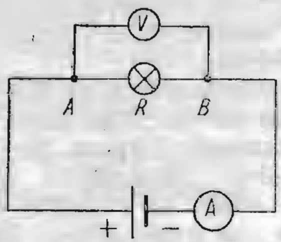


FIG. 7

Relaţiile dintre volt şi submultiplii săi :

$$1\ V=1\ 000\ mV=1\ 000\ 000\ \mu V$$
$$0{,}100\ V=100\ mV=100\ 000\ \mu V$$
$$0{,}000\ 100\ V=0{,}100\ mV=100\ \mu V$$

Tensiunea curentului dintr-un circuit se măsoară cu ajutorul unui aparat numit *voltmetru*. Pentru a măsura tensiunea electrică, bornele aparatului se conectează în punctele A şi B din circuit (fig. 7), voltmetrul fiind figurat printr-un cerc cu litera V în interior. Spunem că *voltmetrul se conectează în paralel cu porţiunea de circuit între capetele căruia se măsoară tensiunea* (R fiind consumatorul de energie ; de fapt o rezistenţă).

Fizicienii au constatat că deplasarea sarcinilor de-a lungul circuitului electric este însoţită de anumite manifestări, care constituie efectele curentului electric de conducţie. Dintre aceste efecte, principalele sînt : *efectul electrocaloric*, manifestat prin încălzirea conductorului străbătut ; *efectul chimic*, manifestat prin descompunerea soluţiilor conductoare (electroliţi) şi depunerea pe electrozi a unor cantităţi diferite de substanţe (fenomenul se numeşte „electroliză") ; *efectul magnetic*, manifestat prin crearea în jurul conductorului a unui cîmp magnetic, capabil să devieze din poziţia N—S acul magnetic al unei busole. Toate aceste fenomene demonstrează existenţa şi mărimea curentului electric dintr-un conductor.

Ţinînd seama de cele de mai sus, putem spune că sînt mai intenşi, au o intensitate mai mare curenţii capabili — în acelaşi

interval de timp — să încălzească mai puternic un conductor, să depună la electrozi o cantitate mai mare de substanțe, să devieze mai mult un ac magnetic.

Deoarece curentul electric reprezintă o deplasare de electroni, rezultă că măsurarea lui constituie determinarea numărului de electroni care parcurg un circuit în unitatea de timp, respectiv într-o secundă.

In electricitate, debitul curentului electric poartă numele de *intensitate* și se figurează prin simbolul *I*. Intensitatea este o mărime fundamentală care caracterizează curentul electric. Unitatea fundamentală de măsură a intensității este *amperul* (*A*). El reprezintă intensitatea unui curent care transportă un coulomb (*C*) pe secundă (coulombul fiind cantitatea de electricitate egală cu $6{,}28 \times 10^{18}$ electroni). Amperul fiind o unitate mare, în radiotehnică se utilizează mult submultiplii săi: miliamperul (*mA*) — 0,001 *A* (o miime de amperi; 10^{-3} *A*); microamperul (*μA*) — 0,000 001 *A* (o milionime de amperi; 10^{-6} *A*). Iată mai jos relații între amper și submultiplii săi:

1 A = 1 000 *mA* = 1 000 000 *μA*
0,100 *A* = 100 *mA* = 100 000 *μA*
0,000 100 *A* = 0,100 *mA* = 100 *μA*

Intensitatea curentului se măsoară cu *ampermetrul*, reprezentat în fig. 7 printr-un cerc cu litera *A* în interior. După cum se poate observa, pentru măsurare se întrerupe într-un punct circuitul și se conectează cele două borne ale ampermetrului; spunem că *ampermetrul se conectează în serie cu consumatorul.*

După cum se știe, nu toate corpurile permit trecerea curentului electric în același mod. Corpurile izolante (sticla, materialele plastice, cauciucul etc.) prezintă o opoziție, o rezistență foarte mare circulației fluxului de electroni. O rezistență mai mică opun metalele, considerate drept bune conductoare de electricitate. Proprietatea conductoarelor de a se opune trecerii curentului electric (ca urmare a ciocnirii electronilor de atomii conductorului) poartă numele de *rezistență electrică* (*R*). Aceasta este o mărime ce poate fi măsurată prin raportul dintre tensiunea constantă, aplicată la capetele conductorului, și intensitatea curentului continuu produs de ea în conductor. Unitatea de rezistență electrică este ohmul (Ω), definit ca rezistența unui conductor prin care se stabilește un curent de un amper, dacă la capetele lui se aplică o tensiune constantă de un volt. Inversul rezistenței electrice poartă numele de *conductanță electrică* $\left(G = \frac{1}{R}\right)$ unitatea sa fiind *siemensul* (*S*).

Deoarece ohmul este o unitate mică, în practica radiotehnică se folosesc curent multiplii săi: kiloohmul (kΩ) — 1 000 (o mie de ohmi); megaohmul (MΩ) — 1 000 000 (un milion de ohmi).

Relaţii între multiplii ohmului:

1 MΩ = 1 000 kΩ = 1 000 000 Ω

Rezistenţa unui conductor depinde de două mărimi specifice. Prima este *rezistivitatea* (ρ) determinată de natura substanţei conductorului şi este o constantă a materialului, iar a doua este cîtul dintre lungimea conductorului (l) şi suprafaţa secţiunii (S). Ca atare, practic, rezistenţa unui conductor se poate deduce cu ajutorul formulei:

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

aşa cum vom vedea mai pe larg în capitolul consacrat rezistenţei.

Rezistenţa electrică este măsurată în radiotehnică cu aparate speciale, numite *ohmmetre*.

In cele prezentate aici, am reţinut doar cîteva noţiuni despre tensiune, intensitate şi rezistenţă, despre unităţile practice de măsurat, precum şi despre aparatele de măsurat folosite. În cele ce urmează, vom mai reveni asupra lor, pentru a adînci unele cunoştinţe, în măsura în care o considerăm necesară.

Legea lui Ohm

Circuitele electrice pot fi studiate cu ajutorul *legii lui Ohm*, lege care arată interdependenţa dintre intensitatea curentului (I), tensiunea (U) şi rezistenţa (R) circuitului.

Trebuie precizat că legea lui Ohm constituie o lege fundamentală a electrotehnicii şi radiotehnicii, deoarece din ea derivă multe altele. Iată de ce este necesar ca începătorul în radiotehnică să-şi formeze o imagine clară asupra ei, să-i înţeleagă corect esenţa, ca s-o poată aplica cu folos în rezolvarea tuturor problemelor în care ea intervine.

Legea lui Ohm se enunţă astfel: intensitatea curentului dintr-o porţiune de circuit este egală cu cîtul dintre tensiunea aplicată la capetele acestei porţiuni de circuit şi rezistenţa porţiunii de circuit. Această formulare a legii lui Ohm nu se poate aplica decît porţiunilor de circuit care nu cuprind generatoare electrice, deoarece generatoarele cuprind o rezistenţă internă r, de care nu se ţine seama.

Rezultă că mărind tensiunea dintr-un circuit, intensitatea curentului va creşte corespunzător dacă rezistenţa circuitului rămîne neschimbată. Invers, mărind rezistenţa circuitului, intensitatea curentului se va micşora corespunzător. Legea lui Ohm se poate deci exprima astfel:

$$\text{Intensitatea} = \frac{\text{Tensiunea}}{\text{Rezistenţa}}$$

sau folosind simbolurile:

$$I = \frac{U}{R}$$

In practică, intensitatea se exprimă în amperi (A), tensiunea în volţi (V) şi rezistenţa în ohmi (Ω).

Atragem atenţia că numai în cazul luării în calcul a unităţilor corespunzătoare, calculele sînt corecte. Dacă valorile intensităţii, tensiunii şi rezistenţei sînt exprimate în unităţi diferite, de exemplu, în amperi, milivolţi şi megaohmi, este necesar să fie transformate în amperi, volţi şi ohmi; cu alte cuvinte, trebuie lucrat cu unităţi de acelaşi ordin de mărime. De aceea, uneori, legea lui Ohm o mai întîlnim formulată şi astfel:

$$\text{Amperi} = \frac{\text{Volţi}}{\text{Ohmi}}$$

sau, folosind simbolurile unităţilor:

$$A = \frac{V}{\Omega}$$

Pentru calculul circuitelor folosite în radiotehnică, unde se întîlnesc frecvent rezistenţe mari şi curenţi mici, foarte comodă pentru lucru este şi următoarea formulare a legii lui Ohm, care foloseşte unităţi echivalente, de exemplu: miliamperi, volţi şi kiloohmi:

$$\text{Miliamperi} = \frac{\text{Volţi}}{\text{Kiloohmi}}$$

sau folosind simbolurile:

$$mA = \frac{V}{k\Omega}$$

In legătură cu ultima reprezentare a legii lui Ohm, facem precizarea următoare: nu întîmplător s-au exprimat intensitatea în miliamperi şi rezistenţa în kiloohmi. Aceste unităţi de măsură

sînt mai mici și respectiv mai mari de 1 000 de ori față de unitățile de bază (amperul și ohmul). Așa că legea lui Ohm ar mai putea fi exprimată și astfel:

$$0{,}001\ A = \frac{1\ V}{1\ 000\ \Omega}$$

ceea ce este corect matematic.

Așa cum am mai spus, forma sub care am exprimat legea lui Ohm permite aplicarea ei pentru orice porțiune de circuit, care nu cuprinde generatoare electrice. De exemplu, dacă este necesar să se determine intensitatea curentului dintr-o porțiune de circuit, se împarte valoarea tensiunii din acea porțiune la valoarea rezistenței porțiunii. Iată o exemplificare numerică. Dacă trebuie aflată intensitatea curentului ce trece printr-o lampă cu rezistența de 5Ω, tensiunea curentului fiind de 60 V, calculul se face simplu:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{60}{5} = 12\ A$$

Deci, curentul care circulă prin lampă, cînd circuitul este închis, are valoarea de 12 amperi.

Un alt exemplu: să se calculeze intensitatea curentului dintr-o porțiune de circuit cu rezistența de 20 kΩ, străbătută de un curent cu tensiunea de 300 V. Este necesar pentru calculul ei să se exprime valoarea rezistenței în ohmi, dacă dorim să aflăm intensitatea în amperi, altfel intensitatea se obține în miliamperi:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{300\ V}{20\ 000\ \Omega} 0{,}015\ A$$

și în a doua situație:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{300\ V}{20\ k\Omega} = 15\ mA$$

ceea ce este același lucru, dar exprimat în alte unități.

Legea lui Ohm permite calcularea tensiunii dintr-o porțiune de circuit, atunci cînd se cunosc intensitatea și rezistența, folosind următoarea formulare a legii:

Tensiunea = Intensitatea×Rezistența

sau, folosind simbolurile:

$$U = I \times R$$

Desigur, şi în acest caz trebuie lucrat cu unităţi corespunzătoare. Ca şi în cazul determinării intensităţii curentului, în practică pot fi utilizate relaţiile :

Volţi = Amperi×Ohmi

sau :

Volţi = Miliamperi×Kiloohmi

Relaţiile prezentate mai sus demonstrează următoarele : cu cît intensitatea şi rezistenţa sînt mai mari, cu atît tensiunea, la capetele rezistenţei, va fi şi ea, corespunzător, mai mare. Explicaţia acestei dependenţe este uşor de înţeles. Dacă nu se schimbă valoarea rezistenţei, valoarea intensităţii curentului se poate schimba doar mărind tensiunea. Rezultă că la o rezistenţă constantă, unei intensităţi mai mari îi corespunde întotdeauna o tensiune mai mare.

Şi acum să precizăm o noţiune de care am mai amintit. Este vorba despre *căderea de tensiune*. Pentru unii necunoscători această noţiune poate avea sensul de „tensiune pierdută", inutilă. În realitate, noţiunile de „tensiune" şi de „cădere de tensiune" sînt identice, ambele exprimîndu-se în volţi.

Iată şi cîteva exemplificări privind calculul tensiunii cu ajutorul legii lui Ohm. Să considerăm o rezistenţă de 20 kΩ, parcursă de un curent cu intensitatea de 6 *mA*. Ce cădere de tensiune vom avea prin această porţiune de circuit ? Avînd valorile exprimate în kiloohmi şi miliamperi, nu mai sînt necesare transformări, deci :

$$U = I \times R = 6 \times 20 = 120\ V$$

Acelaşi rezultat se obţine şi în cazul cînd kiloohmii ar fi transformaţi în ohmi, iar miliamperii în amperi :

$$20 k\Omega = 20\,000\ \Omega$$

$$6\ mA = 0{,}006\ A$$

$$U = I \times R = 20\,000 \times 0{,}006 = 120\ V$$

Dacă, în exemplul de mai sus, transformarea n-a fost necesară, în următorul ea devine obligatorie, deoarece altfel viciază rezultatul. Să presupunem o porţiune de circuit alcătuită dintr-o rezistenţă cu valoarea de 0,5 MΩ, parcursă de un curent cu intensitatea de 2 *mA*. Ce cădere de tensiune vom avea pe această rezistenţă ? În cazul acesta valoarea rezistenţei poate fi transfor-

mată în kiloohmi şi poate fi înmulţită cu valoarea intensităţii exprimate în miliamperi :

$$0{,}5\ M\Omega = 500\ k\Omega$$

$$U = I \times R = 2 \times 500 = 1\,000\ V$$

ori se transformă ambele valori — prima în ohmi, iar a doua în amperi :

$$0{,}5\ M\Omega = 500\,000\ \Omega$$

$$2\ mA = 0{,}002\ A$$

$$U = I \times R = 0{,}002 \times 500\,000 = 1\,000\ V$$

În sfîrşit legea lui Ohm permite calcularea valorii rezistenţei, cînd sînt cunoscute intensitatea şi tensiunea curentului, folosind următoarea formulă dedusă :

$$\text{Rezistenţa} = \frac{\text{Tensiunea}}{\text{Intensitatea}}$$

sau folosind simbolurile :

$$R = \frac{U}{I}$$

Valoarea rezistenţei dintr-o porţiune de circuit reprezintă întotdeauna un raport între tensiune şi intensitate. De aceea în practică sînt folosite următoarele forme de exprimare a legii :

$$\text{Ohmi} = \frac{\text{Volţi}}{\text{Amperi}}$$

sau

$$\text{Kiloohmi} = \frac{\text{Volţi}}{\text{Miliamperi}}$$

În legătură cu rezistenţa, formula legii lui Ohm trebuie înţeleasă în sensul că rezistenţa unui conductor nu este în funcţie de tensiunea şi intensitatea curentului. Aşa cum am avut ocazia să vedem, rezistenţa depinde doar de rezistivitatea, de lungimea şi diametrul unui conductor. Dacă, în aparenţă, formula ce determină valoarea rezistenţei seamănă cu cea utilizată pentru calculul valorii intensităţii curentului, totuşi între ele există o deosebire esenţială. Aceasta, deoarece, într-o porţiune de circuit intensitatea este funcţie de tensiune şi rezistenţă, variind în raport cu schimbarea acestor mărimi, pe cînd rezistenţa porţiunii are o

valoare constantă, nedepinzînd de variaţiile intensităţii şi tensiunii curentului, dar fiind egală cu raportul valorilor lor.

Şi acum, cîteva exemplificări privind calcularea valorii rezistenţei unei porţiuni de circuit conform legii lui Ohm. Să presupunem că dorim să calculăm valoarea unei rezistenţe prin care trece un curent cu intensitate de 60 mA şi tensiunea de 30 V.

Pentru a afla valoarea rezistenţei în ohmi este necesară transformarea miliamperilor în amperi :

$$60\ mA = 0{,}06\ A$$

pentru a lucra cu unităţi corespunzătoare :

$$R = \frac{U}{I} = \frac{30\ V}{0{,}06\ A} = 500\ \Omega$$

Acelaşi rezultat se obţine şi în cazul cînd se urmăreşte determinarea valorii rezistenţei în kiloohmi, caz în care nu mai este nevoie să se transforme miliamperii în amperi :

$$R = \frac{U}{I} = \frac{30\ V}{60\ mA} = 0{,}5\ k\Omega$$

In cele prezentate pînă acum am avut în vedere relaţiile dintre rezistenţa, intensitatea şi tensiunea curentului dintr-o porţiune de circuit care nu cuprinde surse de curent. Legea lui Ohm are însă aplicaţii şi în cazul întregului circuit, adică atunci cînd acesta însumează şi una ori mai multe surse de curent.

După cum se ştie, fiecare sursă de curent are o anumită rezistenţă proprie, numită *rezistenţă internă*, care se notează cu r. Apariţia ei este determinată de însăşi rezistenţa întîmpinată de electroni în interiorul sursei. În cazul unui element galvanic zinc-cupru cu electrolit acid sulfuric, rezistenţa apare în drumul electronului pe parcursul dintre cele două metale cufundate în lichid. Valoarea rezistenţei interne este foarte diferită, fiind cuprinsă între fracţiuni de ohmi şi mii ori milioane de ohmi. De asemenea, valoarea rezistenţei interne a bateriilor creşte pe măsura descărcării lor.

Existînd această rezistenţă internă (r), înseamnă că rezistenţa totală R_{tot} a întregului circuit (fig. 8) va fi egală cu valoarea rezistenţei exterioare (R) însumată cu a rezistenţei interioare (r). Deci :

$$R_{tot} = R + r$$

Cînd întreruptorul K închide circuitul prezentat în fig. 8 (cum se întîmplă de fapt în toate cazurile unde întîlnim un circuit

întreg), datorită rezistenței interne (r) a sursei are loc o cădere de tensiune (u). Valoarea acesteia poate fi aflată înmulțind intensitatea curentului (I) cu rezistența internă (r):

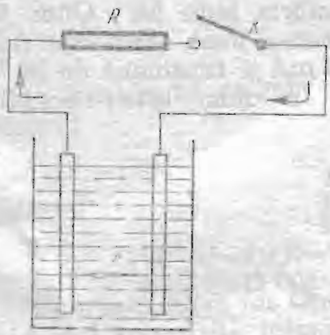


FIG. 8

$$u = I \times r$$

Aceasta înseamnă că o anumită parte din tensiunea electromotoare a sursei se pierde pentru învingerea rezistenței interne. Rezultă, deci, că tensiunea (U) a circuitului exterior este totdeauna mai mică decît tensiunea electromotoare (E) a sursei, și anume cu atît mai mică, cu cît căderea de tensiune din interiorul sursei (u) este mai mare. Se poate scrie:

$$U = E - u$$

sau, ceea ce este același lucru:

$$U = E - I \times r$$

Ca un corolar, putem spune că tensiunea electromotoare (E) a sursei este suma căderilor de tensiune pe rezistențele R (din circuitul exterior) și r (din circuitul interior), adică:

$$E = U + u$$

Din cele prezentate mai sus se poate trage concluzia că tensiunea circuitului exterior (U) nu este altceva decît căderea de tensiune ce poate fi măsurată cu voltmetrul la bornele sursei. În schimb, tensiunea electromotoare (E) este suma căderilor de tensiune pe întregul circuit care, în general, nu poate fi măsurată cu voltmetrul.

Iată, dar, că între noțiunile de tensiune (sau cădere de tensiune) și tensiunea electromotoare a sursei există o deosebire. Prima reprezintă diferența de potențial numai într-o porțiune a circuitului (de exemplu, în porțiunea exterioară), cea de-a doua fiind diferența de potențial pe întregul circuit ($E = U + u$). De aceea, așa cum am mai spus, tensiunea la bornele unei surse este mai mică decît tensiunea electromotoare și depinde de rezistența internă r.

În cazul unei rezistențe interne foarte mici, tensiunea la bornele sursei se poate aproxima egală cu tensiunea electromotoare ($U \approx E$). În cazul cînd circuitul exterior este deschis, diferența

de potențial la bornele sursei este egală cu tensiunea electromotoare. De aceea curentul nu circulă, intensitatea lui (I) este egală cu 0 și ca urmare nu există nici cădere de tensiune internă (u).

Pentru a calcula intensitatea curentului din întregul circuit închis, se raportează tensiunea electromotoare (E) la rezistența totală (R_{tot}):

$$I = \frac{E}{R_{tot}}$$

sau, ceea ce este același lucru:

$$I = \frac{E}{R+r}$$

relație cunoscută sub numele de *legea lui Ohm pentru întregul circuit.*

Iată cum se aplică în practică relațiile de mai sus. Să presupunem că avem un circuit alcătuit dintr-o sursă cu tensiune electromotoare (E) egală cu 120 V, a cărui rezistență internă (r) este 80 Ω. La sursă este conectat un circuit extern a cărui rezistență (R) este 400 Ω. Se cere să aflăm: intensitatea curentului (I), tensiunea (U) la bornele sursei și căderea de tensiune (u) pe rezistența internă.

Se află mai întîi rezistența întregului circuit, adică valoarea rezistenței totale (R_{tot}):

$$R_{tot} = R + r = 400 + 80 = 480\ \Omega$$

Aplicînd acum legea lui Ohm, se află intensitatea curentului, în amperi:

$$I = \frac{E}{R_{tot}} = \frac{120}{480} = 0{,}25\ A$$

Pentru a afla tensiunea la bornele sursei se aplică relația ce determină tensiunea în circuitul exterior:

$$U = I \times R = 0{,}25 \times 400 = 100\ V$$

Rezultă de aici, conform tuturor celor prezentate anterior, că tensiunea electromotoare (E) este mai mare decît tensiunea la bornele sursei (U) cu acea valoare redusă în interiorul sursei (căderea de tensiune interioară u, pe rezistența internă r). Ea se determină simplu:

$$u = E - U = 120 - 100 = 20\ V$$

sau aplicînd legea lui Ohm :

$$u = I \times r = 0{,}25 \times 80 = 20\ V$$

Dacă în circuitul amintit rezistenţa externă (R), numită şi rezistenţa de sarcină, scade continuu, se constată descreşterea tensiunii la bornele sursei şi creşterea căderii de tensiune pe rezistenţa internă. Să presupunem că R s-a redus la jumătate (200 Ω). Ce valori vor căpăta celelalte elemente ?

$$R_{tot} = 280\ \Omega$$

$$I = \frac{120}{280} \simeq 0{,}43\ A$$

$$U = 0{,}43 \times 200 = 86\ V$$

$$u = 0{,}43 \times 80 = 36\ V$$

Deci, dacă scade valoarea rezistenţei de sarcină, scade şi tensiunea utilă la bornele sursei, crescînd totodată căderea de tensiune pe rezistenţa internă, deci pierderile în interiorul sursei.

Să considerăm acum că rezistenţa de sarcină a scăzut pînă la zero; practic, polii sursei au fost scurtcircuitaţi. Rezultă că intensitatea curentului este cea mai mare posibilă, deoarece în întregul circuit nu mai există decît rezistenţa internă a sursei. In cazul exemplului nostru, cînd $R = 0$:

$$R_{tot} = 0 + 80 = 80\ \Omega$$

$$I = \frac{120}{80} = 1{,}5\ A$$

În cazul acesta, tensiunea utilă la bornele sursei devine egală cu zero, întreaga tensiune electromotoare a sursei acţionînd asupra rezistenţei interne. Scurtcircuitul este foarte periculos, de aceea trebuie evitat.

Opusul scurtcircuitului este mersul în gol, adică situaţia cînd circuitul exterior este deschis. În acest caz tensiunea la bornele sursei este maximă, fiind egală cu tensiunea electromotoare $(U = E)$; evident, circuitul fiind deschis, valoarea intensităţii curentului este nulă.

Teoremele lui Kirchhoff

În paginile anterioare ne-am ocupat doar de cazul unui circuit simplu, alcătuit dintr-o sursă şi o rezistenţă externă, prin care circulă un singur curent. În practică însă, circuitele sînt mult

mai complexe, formînd ceea ce se numeşte o *reţea electrică.* Aceasta este alcătuită dintr-un număr mare de *ramificaţii,* prin care circulă curenţi cu intensităţi diferite. În radiotehnică se întîlnesc adesea astfel de reţele electrice, fiecare montaj fiind alcătuit dintr-un număr mai mic sau mai mare de ramificaţii parcurse de curenţi. În cazul acestor circuite complexe, în locul legii lui Ohm se aplică pentru unele calcule *teoremele lui Kirchhoff,* care reprezintă o generalizare a legii lui Ohm pentru circuite complexe.

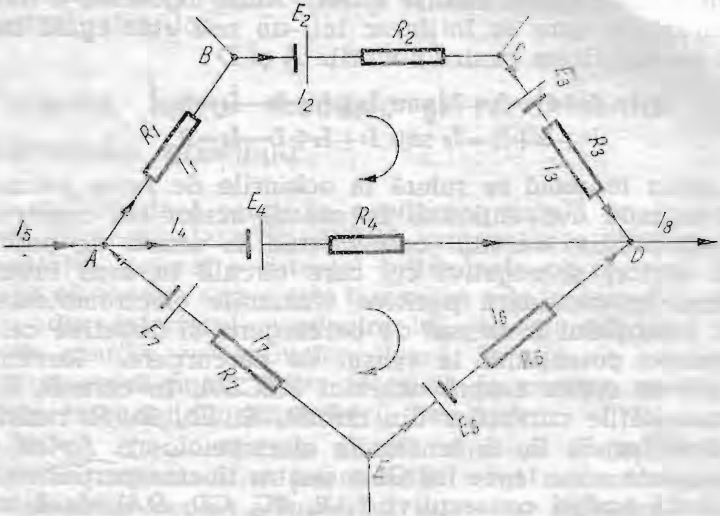


FIG. 9

O reţea electrică, oricît de complexă ar fi, este alcătuită din două feluri de elemente: *noduri* şi *ochiuri.* Să considerăm un circuit complex (fig. 9) format dintr-o reţea de conductoare, surse de tensiune electromotoare (*E*) şi rezistenţe (*R*). *Nodul* reprezintă punctul de întîlnire a cel puţin *trei* conductoare; în cazul nostru *A, B, C, D, E. Ochiurile* reprezintă o succesiune de circuite închise: *ABCDA, ADEA, ABCDEA.* Studiind aceste circuite, învăţatul german G. R. Kirchhoff a demonstrat, în 1847, două teoreme privind ochiurile şi reţelele electrice, cu ajutorul cărora se pot scrie relaţiile dintre intensităţile, tensiunile şi rezistenţele unui circuit complex.

Prima teoremă se referă la noduri şi se bazează pe legea conservării sarcinilor electrice, care spune că: în orice punct al

unui circuit electric suma sarcinilor care intră în acel punct trebuie să fie egală cu suma sarcinilor care ies în acelaşi interval de timp. Rezultă că şi suma intensităţilor curenţilor care intră într-un nod este egală cu suma intensităţilor care ies din nod. Pentru calcularea unui circuit se determină sensul curentului, considerîndu-se — la întocmirea ecuaţiilor — cu semnul plus (+) intensităţile curenţilor care vin spre nod şi cu semnul minus (—) intensităţile curenţilor care ies din nod. Deci, prima teoremă a lui Kirchhoff se poate enunţa astfel: *suma algebrică a intensităţilor curenţilor care se întîlnesc într-un nod este egală cu zero.*

Să exemplificăm pentru nodurile *A* şi *D*:

$$I_5+I_7=I_1+I_4 \text{ sau } I_5+I_7-I_1-I_4=0$$

$$I_4+I_6+I_3=I_8 \text{ sau } I_4+I_6+I_3-I_8=0$$

A doua teoremă se referă la ochiurile de reţea parcurse de curent în mod convenţional, în sensul acelor de ceasornic. Se consideră pozitivi curenţii care circulă în sensul de parcurgere (sensul acelor) şi negativi cei care circulă în sens invers. De asemenea, se consideră pozitive tensiunile electromotoare care măresc potenţialul în sensul de parcurgere, şi negative cele care micşorează potenţialul în sensul de parcurgere. Revenind la fig. 9, să ne oprim asupra ochiului *ABCDA*, în care I_1, I_2, I_3, I_4 sînt intensităţile curenţilor din circuit, R_1, R_2, R_3, R_4 rezistenţele respective, iar E_2, E_3, E_4 tensiunile electromotoare. Avînd aceste date, se poate scrie legea lui Ohm pentru fiecare porţiune (latură) dintre două noduri consecutive (*AB*, *BC*, *CD*, *DA*), dacă se consideră potenţialele la capetele fiecărei laturi:

$$I_1R_1=V_A-V_B$$

$$I_2R_2=V_B-V_C+E_2$$

$$I_3R_3=V_C-V_D-E_3$$

$$-I_4R_4=V_D-V_A-E_4$$

în care V_A, V_B, V_C, V_D reprezintă potenţialele nodurilor *A*, *B*, *C*, *D*.

Adunînd membru cu membru se obţine:

$$I_1R_1+I_2R_2+I_3R_3-I_4R_4=E_2-E_3-E_4$$

Cum raţionamentul este valabil pentru orice circuit închis, se poate afirma că: *în orice circuit închis suma algebrică a produselor dintre intensităţile curenţilor şi rezistenţele porţiunilor corespunzătoare este egală cu suma algebrică a tensiunilor electromotoare de pe contur.* Aceasta este formularea celei de-a doua teoreme a lui Kirchhoff.

Cu ajutorul teoremelor lui Kirchhoff se pot rezolva multe probleme ale circuitelor electrice complexe, ce se întîlnesc de obicei în radiotehnică. Astfel, dacă într-un circuit sînt cunoscute toate tensiunile electromotoare și rezistențele, se pot calcula intensitățile curenților în toate ramurile circuitelor. Pentru calcul, cu ajutorul primei teoreme se întîlnesc atîtea ecuații cîte noduri are circuitul, mai puțin unul ($n-1$ ecuații). În continuare, cu a doua teoremă se alcătuiesc ecuații independente, astfel ca numărul lor să fie egal cu al curenților necunoscuți, adică cu numărul ramurilor.

Puterea, lucrul mecanic și randamentul curentului continuu

Se știe că, dacă printr-un conductor circulă un curent electric, are loc o degajare de căldură, ca urmare a efectului termic al curentului, datorat rezistenței întîmpinate pe parcurs. Aceasta înseamnă că energia sursei este transmisă prin intermediul cîmpului electric din interiorul conductorului, transformîndu-se în altă formă de energie, respectiv în căldură. Se știe, de asemenea, că energia electrică poate fi transformată în energie mecanică (cu motoare), în energie luminoasă (cu lămpi) etc.

Cum un circuit electric constă dintr-un transport de purtători de sarcină electrică (electroni), lucrul mecanic efectuat de forțele electrice pentru transportul sarcinilor în curent continuu, măsoară energia care se transformă în circuit, în intervalul de timp t, din energie electrică în alte forme de energie.

Energia electrică se măsoară în *joule* (J) și reprezintă energia electrică cheltuită, la o diferență de potențial egală cu 1 volt, de un curent cu intensitatea de 1 amper, timp de o secundă. Joule-ul fiind prea mic, în practică se ia o unitate mai mare, numită kilowatt-oră, egală cu $3{,}6 \cdot 10^6$ joule. Dar despre acestea vom mai reveni.

In radiotehnică se obișnuiește ca aprecierea capacității de lucru a curentului să se facă după puterea lui, care se notează cu P. Puterea reprezintă energia dezvoltată în unitatea de timp sau, ceea ce este același lucru, lucrul mecanic executat într-o secundă. Astfel, puterea electrică, în curent continuu, la bornele unei porțiuni de circuit este :

$$P = U \times I$$

De aici rezultă că, cu cît intensitatea şi tensiunea curentului sînt mai mari, cu atît şi puterea este mai mare.

Unitatea de măsură a puterii este wattul (W), care reprezintă un joule pe secundă sau puterea unui curent de 1 *A* la o tensiune de 1 *V*.

In afara wattului, în practică sînt folosiţi multiplii şi submultiplii săi: kilowattul ($kW=1\,000W$), hectowattul ($hW=100$ W), miliwattul ($mW=0{,}001$ W), microwattul ($\mu W=0{,}000\,001$ W).

Deci, pentru a recapitula, puterea în curent continuu este egală cu produsul dintre intensitatea curentului (în amperi) şi tensiune (în volţi). De pildă, dacă printr-o rezistenţă oarecare trece un curent cu intensitatea de 2 *A* şi tensiunea de 220 *V*, puterea va fi: $220\times2=440$ W.

In calculele efectuate de radioamator, adeseori acesta este obligat să afle valoarea puterii cînd nu se cunosc toate elementele — respectiv intensitatea şi tensiunea — ci numai una dintre ele, plus rezistenţa. În cazul acesta, folosind legea lui Ohm, se stabileşte intensitatea sau tensiunea pe baza valorii rezistenţei, apoi se trece la calculul puterii.

De exemplu, plecînd de la relaţia $P=U\cdot I$, să considerăm că nu cunoaştem tensiunea, în schimb cunoaştem rezistenţa (R). Din legea lui Ohm ştim că: $U=R\cdot I$. Deci, putem înlocui pe U necunoscut cu R şi I, cunoscute, astfel că relaţia de calcul a puterii devine:

$$P=I\cdot I\cdot R \text{ sau } P=I^2R$$

Dacă nu este cunoscută intensitatea, se procedează identic, ştiind că $I=\frac{U}{R}$. Deci:

$$P=\frac{U}{R}\cdot U \text{ sau } P=\frac{U^2}{R}$$

Aceste trei relaţii au întrebuinţări largi în radiotehnică şi în electrotehnică, în general, pentru dimensionarea rezistenţelor. In acelaşi timp, relaţiile permit calcularea diferitelor elemente, unul în funcţie de altul. Iată, în tabelul 1, întocmit după A.A. Kulikovski, unităţile şi relaţiile dintre ele în cadrul legii lui Ohm, relaţii folosite şi în calculul puterii pentru circuitele de curent continuu.

Pentru edificare, dăm mai jos două exemple privind calculul puterii.

1 — Să se afle puterea unui curent continuu cu intensitatea de 0,4 A, care parcurge o rezistență de 500 Ω. Sînt date I și R. Calculul se poate face pe două căi.

Prima soluție. Folosim relația :

$$P = I^2R = 0{,}4^2 \times 500 = 80\ W$$

A doua soluție. Se află întîi tensiunea, conform legii lui Ohm, apoi puterea :

$$U = IR = 0{,}4 \times 500 = 200\ V$$

$$P = UI = 200 \times 0{,}4 = 80\ W$$

2 — Să se determine puterea unui circuit continuu care străbate o lampă cu rezistența filamentului de 200 Ω, alimentată de la o sursă ce furnizează o tensiune de 120 V.

Ca și în exemplul precedent, soluția se poate afla în două feluri.

Prima soluție. Folosim relația :

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{120^2}{200} = 72\ W$$

A doua soluție. Se află mai întîi intensitatea, conform legii lui Ohm, apoi puterea :

$$I = \frac{U}{R} = \frac{120}{200} = 0{,}6\ A$$

$$P = UI = 0{,}6 \times 120 = 72\ W$$

Desigur, adeseori trebuie făcute și calcule inverse : avînd puterea și un alt element, de exemplu tensiunea, este necesar să se afle intensitatea curentului și rezistența. Or, avînd puterea și intensitatea, trebuie aflate tensiunea și rezistența etc. Folosind relațiile de mai jos, prezentate dealtfel și în tabelul 1, se pot determina necunoscutele :

$$I = \frac{P}{U}\ ;\ R = \frac{U^2}{P}$$

$$U = \frac{P}{I}\ ;\ R = \frac{P}{I^2}$$

$$I = \sqrt{\frac{P}{R}}\ ;\ U = \sqrt{PR}$$

Tabelul 1

TENSIUNEA (U); volt (V)
1 V = 10^3 mV = 10^6 μV; 1 mV = 10^{-3} V; 1 μV = 10^{-6} V

Relații practice	Formule
V = A·Ω; V = mA·kΩ mV = μA·kΩ; mV = mA·Ω	U = IR
$V=\frac{W}{A}$; $V=\frac{mW}{mA}$; $mV=\frac{\mu W}{mA}$	$U=\frac{P}{I}$
$V=\sqrt{W\cdot\Omega}$; $mV=10^{-3}\sqrt{W\cdot\Omega}$	$U=\sqrt{PR}$

INTENSITATEA (I); amper (A)
1 A = 10^3 mA = 10^6 μA; 1 mA = 10^{-3} A; 1 μA = 10^{-6} A

Relații practice	Formule
$A=\frac{V}{\Omega}$; $mA=\frac{V}{k\Omega}$; $mA=\frac{mV}{\Omega}$; $\mu A=\frac{V}{M\Omega}$	$I=\frac{U}{R}$
$A=\frac{W}{V}$; $mA=\frac{mW}{V}$; $mA=\frac{\mu W}{mV}$	$I=\frac{P}{U}$
$A=\sqrt{\frac{W}{\Omega}}$; $mA=10^{-3}\sqrt{\frac{W}{\Omega}}$	$I=\sqrt{\frac{P}{R}}$

REZISTENȚA (R); ohm (Ω)
1 MΩ = 10^3 kΩ = 10^6 Ω 10^3Ω = 1 Ω; 10^3kΩ = 1 MΩ

Relații practice	Formule
$\Omega=\frac{V}{A}$; $k\Omega=\frac{V}{mA}$; $M\Omega=\frac{V}{\mu A}$	$R=\frac{[illegible]}{I}$
$\Omega=\frac{V^2}{W}$; $k\Omega=\frac{V^2}{mW}$; $M\Omega=\frac{V^2}{\mu W}$	$R=\frac{U^2}{P}$
$\Omega=\frac{W}{A^2}$; $k\Omega=\frac{W}{mA^2}$; $M\Omega=\frac{W}{mA^2}$	$R=\frac{P}{I^2}$

PUTEREA (P); watt (W)
1 MW = 10^3kW = 10^6 W; 10^3 W = 1 kW; 10^3kW = 1MW

Relații practice	Formule
W = V·A; mW = V·mA	P = UI
$W=\frac{V^2}{\Omega}$; $mW=\frac{V^2}{k\Omega}$; $\mu W=\frac{V^2}{M\Omega}$	$P=\frac{U^2}{R}$
W = A^2·Ω; W = mA^2·kΩ; kW = mA^2·mΩ	$P=I^2R$

Şi acum, după ce am zăbovit suficient asupra calculului puterii, să revenim la lucrul executat de curentul electric sau la consumul de energie electrică. Unitatea de măsură a consumului de energie electrică are ca bază unitatea de măsură a puterii, adică watul *(W)*, ţinîndu-se însă seama şi de durata trecerii curentului. Dacă lucrul este executat într-o secundă, unitatea de bază este wattsecunda (*Ws*). Această unitate fiind prea mică, în practică se foloseşte wattora (*Wh*), o unitate mult mai mare, corespunzătoare cu lucrul unui curent cu o putere de un watt timp de o oră. Cum o oră are 3 600 secunde, 1 *Wh*=3 600 *Ws*. Dar şi wattora este mică. În mod curent, însă, calcularea cantităţii de energie consumată pentru iluminat sau pentru alimentarea aparatelor electrocasnice, a radioreceptoarelor, televizoarelor etc. se face în unităţi mult mai mari: hectowattora (*hWh*) şi kilowattora (*kWh*). Atragem atenţia că de cele mai multe ori energia electrică este exprimată în kilowaţi, ceea ce este incorect, kilowattul (cu submultiplii săi) fiind o unitate de putere. Iar lucrul şi puterea sînt două noţiuni distincte.

Calculul consumului de energie electrică se face astfel: se înmulţeşte puterea cu timpul. Dacă un radioreceptor funcţionează zilnic 6 ore şi puterea curentului care-l alimentează este de 70 W, într-o lună (30 zile), energia consumată va fi:

$$6 \times 30 = 180\ h$$

$$180 \times 70 = 1\,260\ Wh \text{ sau } 1{,}26\ kWh$$

În încheiere, să ne oprim sumar asupra *randamentului*. După cum se ştie, într-un circuit închis se disting trei mărimi ale puterii: *puterea utilă* (utilizată în rezistenţa care constituie sarcina exterioară), *puterea pierdută* (în rezistenţa internă a sursei şi în cea externă, sub formă de căldură) şi *puterea totală*, care reprezintă suma primelor două. Deci puterea totală pe care sursa e capabilă s-o ofere trebuie să fie mai mare decît acestea două. Un indiciu care arată cum este folosită puterea totală într-un circuit îl oferă randamentul. Acesta reprezintă raportul dintre puterea totală şi puterea utilă. În cadrul unui circuit, randamentul depinde de raportul dintre rezistenţa exterioară şi cea interioară. Cu cît rezistenţa exterioară este mai mare, cu atît randamentul este mai mare, şi invers.

Rezistența

Am văzut în capitolul anterior că *rezistența electrică* (R) sau, cum este numită pe scurt, *rezistența*, arată măsura în care un conductor se opune trecerii curentului, cînd la extremitățile lui se conectează o sursă de tensiune. În radiotehnică, rezistența (denumită și „rezistor" sau, la plural, „rezistoare") constituie elementul de circuit cu ajutorul căruia pot fi modificate valorile tensiunii sau intensității curentului, conform legii lui Ohm. Practic, ceea ce numim „rezistență" reprezintă piese de diferite forme și dimensiuni, deosebite din punct de vedere funcțional în două categorii: *rezistențe fixe* și *rezistențe variabile*. Ambele pot fi: *chimice* sau *bobinate*.

Rezistența fixă

Sub acest nume se înțeleg rezistențele a căror valoare nu poate fi schimbată după dorința radioconstructorului. Teoretic, rezistențele fixe nu-și schimbă valoarea în timp; practic, însă, valoarea lor se modifică în timp datorită condițiilor de lucru (temperatură, umiditate etc.).

Din punct de vedere constructiv, se deosebesc două clase de rezistențe fixe: *bobinate* și *chimice*.

Rezistențele bobinate sînt realizate prin bobinarea unui conductor metalic cu mare rezistivitate, pe un suport izolat (ceramic, pentru puteri mari; pertinax, material plastic etc., pentru puteri mici). La extremitățile suportului sînt fixate contacte, cu ajutorul cărora rezistența este conectată în montaj. Drept conductoare cu mare rezistivitate se folosesc mai ales cele trefilate din constantan, manganină, nichel-crom etc., ale căror compoziții chimice (în %) și rezistivitate (în $\Omega\ mm^2/m$) sînt prezentate în tabelul 2.

Pentru întrebuințări speciale se folosesc chiar și conductoare realizate din aliaje pe bază de metale rare (argint, aur, platină).

Tehnologia de fabricaţie în industrie a acestor rezistenţe decurge, în linii mari, astfel: 1 — se confecţionează carcasele (în general ceramice) şi se verifică integritatea lor, eliminîndu-se cele defecte; 2 — se fixează contactele terminale; 3 — se acoperă conductorul rezistiv cu un strat de oxid izolant; 4 — se bobinează conductorul rezistiv pe carcase, folosindu-se maşini speciale; 5 — se sortează rezistenţele în trei clase de toleranţă (abatere) faţă de valoarea nominală ($\pm5\%$; $\pm10\%$; $\pm20\%$); 6 — se acoperă cu email sau vopsea suprafaţa rezistenţelor, protejîndu-le; 7 — se marchează pe corpul rezistenţelor caracteristicile lor (valoarea, toleranţa, puterea, anul fabricaţiei).

Tabelul 2

Constantan	Cu 54...67; Ni 30...45; Mn 1...3	0,48...0,52
Manganină	Cu 82...86; Mn 11...15; Ni 2...4; Fe; Al	0,42...0,48
Nichel-crom	Ni 55...80; Cr 14...20; Fe 14...18; Mn 1...2	1,05...1,12

Confecţionarea rezistenţelor bobinate. Dacă radioconstructorul are nevoie de o rezistenţă cu valoare nu prea mare, ea poate fi realizată cu uşurinţă, în regim de amator, folosind conductor special şi un suport izolant. Iată cum se procedează.

Avînd date: R (valoarea rezistenţei, în Ω), adică valoarea rezistenţei ce trebuie confecţionată, ρ (rezistivitatea materialului, în Ω mm²/m) şi d (diametrul conductorului, în mm) trebuie aflată lungimea conductorului (l, în m), astfel ca să se satisfacă relaţia:

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (1)$$

Cum din date avem diametrul conductorului (d), iar în relaţie se cere suprafaţa secţiunii transversale (în mm²), aceasta se va afla aplicînd relaţia:

$$S = \frac{\pi d^2}{4} \quad (2)$$

Să presupunem că trebuie confecţionată o rezistenţă de 100 Ω, care să reziste la un curent de 100 mA fără să se încălzească prea mult, folosind un conductor de nichel-crom cu diametrul de 0,2 mm.

Pentru a avea toate elementele relaţiei (1) se află S din relaţia (2):

$$S = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3{,}14 \cdot 0{,}2^2}{4} = 0{,}0314 \text{ mm}^2$$

Ştiind că rezistivitatea nichel-cromului este de cca 1,08 (media valorilor din tabelul 2), se determină l din relaţia (1) şi se introduc datele acum cunoscute :

$$l = \frac{RS}{\rho} = \frac{100 \cdot 0{,}0314}{1{,}08} = 2{,}90 \text{ m}$$

Rezultă că lungimea conductorului rezistiv trebuie să fie 2,90 m. Se mai adaugă 11 cm pentru efectuarea legăturilor şi apoi conductorul se bobinează pe suportul izolant. Cum din tabelul 3 rezultă că abia la trecerea unui curent de 180 mA conductorul se încălzeşte la 50°C, se poate folosi drept suport chiar şi o şuviţă de pertinax sau preşpan, fără pericol că se va aprinde.

Tabelul 3

Diametrul conductorului în mm (nichel-crom)	Încălzit pînă la 50°C	100°C	200°C	400°C	600°C
	Intensitatea care determină încălzirea, în A				
1,00	1,60	2,00	2,80	4,80	7,40
0,90	1,40	1,65	2,30	4,10	6,20
0,80	1,20	1,40	1,90	3,50	5,20
0,70	1,00	1,25	1,60	2,90	4,20
0,60	0,75	0,90	1,20	2,30	3,40
0,50	0,60	0,75	0,90	1,75	2,60
0,40	0,38	0,47	0,70	1,25	1,90
0,30	0,26	0,32	0,47	0,80	1,20
0,20	0,18	0,21	0,30	0,50	0,80
0,10	0,10	0,11	0,14	0,25	0,40

Bobinarea conductorului pe plăcuţe se face astfel ca spirele să nu se atingă. În acest scop, odată cu conductorul se va bobina şi o bucată de aţă, pentru ca spirele să fie distanţate. Plăcuţa izolantă fiind prevăzută la capete cu cîte o gaură, capetele conductorului se vor fixa fie direct trecîndu-le de cîteva ori prin ele, fie în găuri se vor fixa oeze sau capse, capetele rezistenţei lipindu-se de ele cu cositor. După fixarea rezistenţei se înlătură aţa distanţatoare, cu grijă ca spirele să nu se scurtcircuiteze, apoi se aplică un lac termorezistent care lipeşte spirele de suport şi fereşte conductorul rezistiv de oxidare.

Rezistenţele chimice. În general, rezistenţele chimice propriu-zise pot fi împărţite în două categorii, după modul cum este realizat elementul conductor cu mare rezistivitate. Astfel, există

rezistențe peliculare și *rezistențe de volum.* Din punct de vedere electric, rezistențele chimice pot fi împărțite în alte două categorii : *liniare și neliniare.* Rezistențele liniare sînt acelea la care se aplică legea lui Ohm, la cele neliniare legea amintită neaplicîndu-se. Rezistențele neliniare au denumiri diferite, după elementul ce determină mărimea rezistenței. Astfel, avem : *termistorul* (variația rezistenței depinde de temperatură), *fotorezistența*

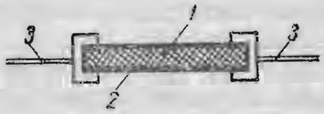


FIG. 10

(variația rezistenței depinde de iluminare), *varistorul* (variația rezistenței depinde chiar de mărimea tensiunii existente la borne).

Rezistențele peliculare. În cazul acestor rezistențe, elementul conductor îl constituie un strat subțire (peliculă) de carbon, de carbon-bor, de metal sau dintr-o compoziție complexă. Orice rezistență peliculară (fig 10) este alcătuită dintr-un suport izolant (1), elementul conductor cu mare rezistivitate (2) și două terminale — conductoare de contact (3). În mare, tehnologia fabricării rezistențelor chimice peliculare cu carbon decurge astfel : *a* — confecționarea, sortarea, spălarea și uscarea suporturilor izolante ; *b* — depunerea pe suporturi a elementului conductor ; *c* — spiralizarea ; *d* — montarea terminalelor ; *e* — lăcuirea și marcarea caracteristicilor pe corpul rezistenței.

Să ne oprim puțin asupra operației de spiralizare. Aceasta constă în practicarea unui șanț spiral pe suportul cilindric după acoperirea lui cu material rezistiv (stratul de carbon). Rostul șanțului este de a întrerupe continuu pelicula, transformînd-o dintr-un cilindru într-o fîșie lată cît pasul spiralei și lungă cît lungimea ei. Supunînd spiralizării rezistența cu valori mici se obține o gamă foarte largă de rezistențe cu valori mari, prin simpla variație a pasului spiralei.

În afara rezistențelor cu carbon, folosite obișnuit în practica radio, se produc și tipuri speciale de rezistențe peliculare. Astfel, pentru montaje de precizie (aparatură electrică și electronică de măsură) se folosesc rezistențe peliculare cu carbon-bor, iar pentru montaje care funcționează în regim de impulsuri, rezistențe peliculare metalizate (se obțin prin depunerea unui strat foarte subțire de metal pe un suport ceramic sau de sticlă. Cînd se lu-

crează în domeniul radiofrecvenței, se utilizează rezistențe speciale, tot cu carbon, dar lipsite de terminale. Aceste rezistențe nu se mai fixează între ele sau cu alte piese prin intermediul terminalelor, ci prin contact direct unele cu altele, pentru a se realiza un montaj compact, robust și stabil față de vibrații. Suprafețele lor de contact sînt de obicei argintate și nu sînt acoperite cu lacuri de protecție. Mai putem aminti și rezistențele miniaturizate cu carbon, întrebuințate în aparatura cu tranzistoare, unde nu se cer puteri mai mari de 0,1 ... 0,15 W. Tehnologia fabricării lor este aproape asemănătoare cu a rezistențelor peliculare cu carbon de dimensiuni obișnuite.

Rezistențele peliculare de compoziție se deosebesc de cele prezentate anterior prin aceea că stratul conductor rezistiv se obține prin combinarea unor materiale diferite, dintre care unul este bun conductor (grafit, negru de fum), celelalte avînd rolul de liant sau de umplutură. Aceste rezistențe au o serie de dezavantaje (tensiunea de zgomot mai mare, procesul de îmbătrînire mai accentuat etc.) care le fac inutilizabile în circuitul unde este necesară o mai mare stabilitate a caracteristicilor pieselor.

Rezistențele de volum reprezintă un alt tip de rezistențe chimice. În industrie ele se produc prin presarea materialului conductor rezistiv sub forma unor bastonașe, la extremitatea cărora sînt fixate terminalele. Amestecul din care sînt fabricate conține: materiale conductoare (negru de fum, grafit sau rar pulberi metalice), materiale liante (rășini sau lacuri ale acestora) și materiale de umplutură (bioxid de titan, bioxid de zirconiu, sticlă pisată etc.).

Față de rezistențele peliculare, rezistențele de volum se deosebesc prin aceea că întregul lor corp constituie elementul rezistiv, curentul parcurgînd toată secțiunea transversală a piesei. Drept urmare, acest tip de rezistențe sînt foarte robuste, putînd rezista variațiilor de tensiune, suprasarcinilor, funcționînd sigur în condiții deosebite de temperatură, umiditate etc. Apoi tehnologia lor de fabricație este foarte simplă, sînt mai ieftine și deci capătă o răspîndire tot mai mare.

Caracteristicele rezistențelor fixe

Orice rezistență are cîteva caracteristici mai importante care-i determină în ultimă instanță domeniul de utilizare. O primă caracteristică este *valoarea nominală*. Ea se exprimă în ohmi sau în multiplii acestuia: kiloohmi (kΩ) ori megaohmi (MΩ). Cum în timpul procesului de producție nu se pot realiza rezistențe

cu valoarea foarte exactă, trebuie să se precizeze şi *abaterea* sau *toleranţa* faţă de valoarea nominală. Abaterea se exprimă în procente şi permite, aşa cum am mai amintit, împărţirea rezistenţelor în trei clase de precizie :

clasa I (E 24) cu o toleranţă de ±5% ;
clasa a II-a (E 12) cu o toleranţă de ±10% ;
clasa a III-a (E 6) cu o toleranţă de ±20%.

Pentru aparatura de mare precizie se construiesc şi rezistenţe cu o toleranţă de numai 1...2% faţă de valoarea nominală. In general, radioconstructorul va alege pentru montajele sale piese cu toleranţa cît mai mică, pentru ca rezultatele să fie foarte aproape de cele proiectate. În practica radio cu tuburi electronice sînt admise următoarele toleranţe :

— cel mult 5% pentru: rezistenţele de negativare şi rezistenţele din circuitele de control al tonalităţii ;

— cel mult 10% pentru: rezistenţele de polarizare a ecranelor ;

— cel mult 20% pentru: rezistenţele din circuitul anodic, din circuitele de decuplare şi cele de grilă.

Puterea nominală de lucru este o altă caracteristică a rezistenţelor. Ea reprezintă valoarea cea mai mare a puterii corespunzătoare curentului electric care străbate rezistenţa, fără ca aceasta să se încălzească excesiv nici după un timp îndelungat de exploatare. Puterea nominală a rezistenţelor chimice se exprimă în waţi (W) şi fracţiuni de watt, industria avînd standardizate, de regulă, tipuri cu puteri de: 0,25 W, 0,5 W, 1 W, 2 W. Astfel, în ţara noastră se produc tipurile: *RC* 1 025, *RC* 1 026, *RC* 1 027 şi *RC* 1 028, „RC" semnificînd „rezistenţă cu carbon", iar cifrele valoarea puterii nominale (1 025—0,25 W, 1 026—0,5 W, 1 027—1 W, 1 028—2 W). Aceste puteri nominale corespund numai în cazul cînd temperatura mediului ambiant este de maximum 60°C. La creşterea temperaturii intensitatea curentului se reduce corespunzător. Se fabrică însă şi rezistenţe pentru puteri mult mai mici, cum sînt acelea de 0,1...0,15 W folosite frecvent în montajele cu tranzistoare. Bineînţeles că industria produce şi rezistenţe chimice cu puteri de ordinul cîtorva zeci de waţi ; ele au utilizări speciale. Rezistenţele ce pot suporta puterile cele mai mari sînt cele bobinate, deoarece conductorul metalic rezistiv suportă mult mai bine temperaturile ridicate.

Tensiunea maximă de lucru este tensiunea limită ce nu trebuie depăşită pentru ca rezistenţa să funcţioneze corect. Altfel apar descărcări electrice între părţile componente ale rezistenţei, fapt ce poate duce la deteriorarea montajului.

Tabelul 4

Caracteristica		RC 1025	RC 1026	RC 1027	RC 1028
Puterea nominală *(W)*		0,25	0,50	1	2
Tensiunea maximă de lucru *(V)*		250	350	500	500
Domeniu de temperatură în care lucrează normal *(°C)*		—55...120	—55...120	—55...120	—55...120
Gama de valori nominale		22 Ω ... 4,7 MΩ	10 Ω ... 10 MΩ	10 Ω ... 4,7 MΩ	10 Ω ... 10 MΩ
Toleranțe	rezistențe mai mici de 1 MΩ (%)	±5, ±10, ±20	±5, ±10	±5, ±10	±5, ±10
	rezistențe mai mari de 1 MΩ (%)	±10, ±20	±20	±20	±20
Tensiunea de zgomot μV/V		3	3	3	3

Tensiunea de zgomot este o caracteristică importantă care limitează utilizarea anumitor tipuri de rezistențe. Experiențele au arătat că dacă o rezistență este parcursă de un curent electric continuu, tensiunea de la bornele ei nu este perfect continuă, ci oscilantă, ca urmare a unor oscilații rapide cu caracter întîmplător. Acestea sînt amplificate puternic de amplificatoarele electronice și sînt redate sub forma unor fîșîituri supărătoare de către difuzor. Fenomenul se datorează electronilor din materialul rezistenței, care sub influența curentului electric se mișcă dezordonat, astfel că așa-zisul curent continuu nu este perfect continuu, constant în timp, ci un curent cu mici variații. În cazul rezistențelor chimice, zgomotul este produs și de particulele de carbon ale stratului conductor rezistiv, între care apar variații ale curentului sau chiar mici scîntei. Zgomotul unei rezistențe este cu atît mai mare, cu cît tensiunea curentului ce o par-

curge este mai mare. Tensiunea de zgomot este indicată prin raportul între valoarea eficace a oscilaţiilor de tensiune măsurate la bornele rezistenţei (de ordinul μV) şi tensiunea aplicată rezistenţei (V), adică $\frac{\mu V}{V}$.

În tabelul 4 sînt indicate principalele caracteristici electrice ale rezistenţelor chimice cu carbon, fabricate în ţara noastră.

Identificarea valorilor rezistenţelor fixe

Aşa cum am mai arătat, valorile şi unele caracteristici ale rezistenţelor sînt menţionate pe corpul lor. Cea mai veche formă de marcare a rezistenţelor, folosită şi astăzi, este notarea valorii ei nominale — în ohmi (Ω), kiloohmi (kΩ), megaohmi (MΩ), a toleranţei — în procente (%), şi puterii — în waţi (W) — cu cifre, direct pe corpul rezistenţei.

Cum adeseori se întîmplă ca inscripţiile de pe rezistenţă să se şteargă, rezistenţa să se ardă şi să nu se mai cunoască cifrele notate pe ea, ori piesa să fie montată în aşa fel că valoarea ei nu poate fi citită, s-a ajuns la introducerea unui cod al culorilor, numit *cod universal*. Utilizarea lui este foarte eficientă, mai ales în cazul rezistenţelor miniatură şi subminiatură.

In codul universal marcarea rezistenţelor se face prin patru inele colorate, dispuse de la unul din capete către centru (fig. 11). Semnificaţia inelelor este următoarea: primele două inele de la capăt indică primele două cifre ce formează numărul valorii; al treilea inel arată numărul de zerouri ce trebuie să se adauge după primele două cifre (multiplicator); al patrulea inel indică toleranţa la valoarea nominală a rezistenţei; dacă el este argintiu abaterea este de 10%, iar dacă este auriu, de 5%. De cele mai multe ori, în cazul toleranţelor de 10% şi 20% nu se mai aplică inelul al patrulea.

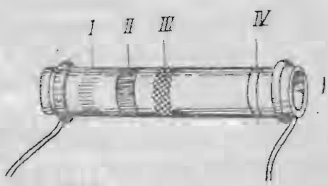


FIG. 11

In tabelul 5 sînt exprimate valorile culorilor din codul universal.

Se poate memora uşor semnificaţia culorilor, dacă se procedează în felul următor. Se desenează un cerc, iar în interiorul lui se înscrie un triunghi echilateral (fig. 12). În vîrfurile triunghiului se înscriu culorile roşu, galben şi albastru. Pe arcele cuprinse între vîrfurile triunghiului se notează culoarea rezultată din ames-

Tabelu[l 5]

Culoarea	Inelul I (prima cifră)	Inelul II (a doua cifră)	Inelul III (numărul de zerouri sau multiplicator)	Inelul IV toleranța
Negru	—	0	—	—
Cafeniu	1	1	0	—
Roșu	2	2	00	—
Portocaliu	3	3	000	—
Galben	4	4	0000	—
Verde	5	5	00000	—
Albastru	6	6	000000	—
Violet	7	7	0000000	—
Cenușiu	8	8	00000000	—
Alb	9	9	000000000	—
Auriu	—	—	0,1	5%
Argintiu	—	—	0,01	10%

tecul culorilor apropiate: portocaliu, verde, violet. În centrul cer-cului se notează culoarea albă, iar în punctul unde raza arcul[ui] intersectează latura triunghiului între roșu și albastru se notea[ză] culoarea gri. Culorile cafeniu și negru se notează pe un segme[nt] de dreaptă, trasat din punctul ce marchează culoarea roșie. Nu-

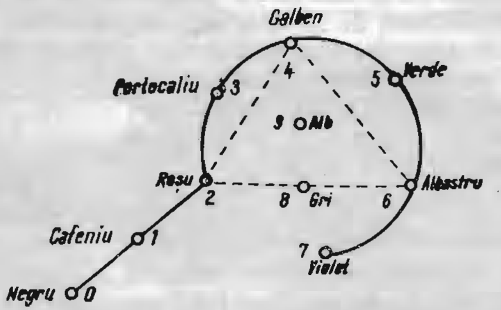


FIG. 12

merotarea culorilor, conform tabelului 5, se face pornind de la negru.

Așa cum am mai spus, rezistențele fixe servesc pentru ob[ți]nerea regimului necesar alimentării tuburilor electronice, ca s[ar]cină, pentru decuplarea circuitelor etc., iar cele variabile pent[ru] reglarea reacției, a volumului, a tonului etc. Notațiile conven[țio]nale ale rezistențelor sînt arătate la radiosimboluri. Lîngă fiec[are]

semn convențional se pune litera R cu numărul de ordine (R_1, R_2 etc.) și valoarea rezistenței. Rezistențele cuprinse între 1 și 999 ohmi se notează de obicei cu numere întregi, exprimînd valoarea lor în ohmi (ex: R_2=400). Uneori, cele cuprinse între 1 și 999 kiloohmi (kΩ) se notează prin numărul de kiloohmi cu litera K (ex.: R_1=30 K) sau kΩ. Rezistențele mai mari se exprimă în megaohmi, iar în cazul cînd valoarea rezistenței este egală cu un număr întreg de megaohmi, după cifră se pune o virgulă și un zero. În ambele cazuri după cifre se adaugă M sau $M\Omega$.

Indicații privind utilizarea rezistențelor fixe

Pentru ca o rezistență să poată funcționa corect, trebuie să se respecte anumite condiții restrictive.

Prima condiție este respectarea cît mai strictă a valorii nominale a rezistenței determinată prin proiectare. În general, se recomandă respectarea riguroasă a valorii nominale atunci cînd este vorba de rezistențe cu valoare mică; de pildă, în cazul rezistențelor de negativare, a căror valoare se deduce conform legii lui Ohm pe baza datelor oferite de cataloagele de tuburi electronice.

O a doua condiție este stabilirea mărimii toleranței maxime a valorii reale față de valoarea nominală a rezistenței. Cum am văzut, industria a standardizat producția de rezistențe în trei clase de precizie (±5%, ±10%, ±20%), dar se produc și rezistențe de mai mare precizie. Acestea sînt de dorit a fi folosite în anumite montaje ca, de pildă, în aparatele electronice de măsurat.

Ținînd seama de valorile rezistențelor, vezi în tabelul 6 cîteva dintre valorile cele mai uzitate în radioreceptoare.

De cele mai multe ori cauza care determină defectarea unei rezistențe o constituie faptul că a fost obligată să lucreze la puteri prea mari. Aceasta se datorește alegerii greșite a valorilor rezistenței, unui scurtcircuit accidental, îmbătrînirii unor rezistențe din circuit ori altor cauze. De aceea vom acorda atenție puterii pe care o pot suporta rezistențele. Pentru că, așa cum am văzut, dacă prin acestea trec curenți prea mari, ele se încălzesc și, în scurt timp, se deteriorează. Alegerea se face în funcție de curenții ce străbat rezistențele, puterea disipată în W calculîndu-se ușor după formula $P = \frac{I^2R}{1\,000\,000}$, în care P este puterea, în wați, I curentul în mA, ce trece prin rezistență, iar R rezistența în ohmi. De exemplu: o rezistență de 50 000 Ω prin care trece un curent de 5 mA va trebui să aibă:

$$P = \frac{5^2 \times 50\,000}{1\,000\,000} = \frac{25 \times 50\,000}{1\,000\,000} = 1{,}25\ W$$

Tabelul 6

Rezistența	Tubul sau etajul la care se utilizează	Valori aproximative
De negativare	Pentode de radiofrecvență	50 ... 500 Ω
De negativare	Triode de audiofrecvență	500 ... 2 000 Ω
De negativare	Triode finale	500 ... 1 000 Ω
Pentru decuplarea grilei-ecran	Radiofrecvență și frecvența intermediară	100 ... 1 000 Ω
Pentru decuplarea grilei-ecran	Audiofrecvență	pînă la 10 kΩ
Pentru decuplarea anodului	Radiofrecvență și frecvență intermediară	500 ... 10 000 Ω
Pentru decuplarea anodului	Audiofrecvență	5 ... 100 kΩ
De grilă (grila de comandă)	Radiofrecvență și frecvență intermediară	1 ... 2 MΩ
De grilă (grila de comandă)	Detecție pe grilă	0,1 ... 5 MΩ
De grilă (grila de comandă)	Audiofrecvență	0,1 ... 1 MΩ
De sarcină la diodă	Detecție	0,1 ... 0,5 MΩ
C.A.A.	Audiofrecvență	0,1 ... 1 MΩ

Rezultă că este bine ca amatorul să cunoască intensitatea maximă a curentului admisă pentru a fi disipată de o rezistență construită pentru $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$, 1, 2, 3, 4, 5 W. În tabelul 7 sînt date cîteva valori care pot orienta amatorul (după M. Simionescu — *Depanarea aparatelor de radiorecepție*, Ed. Tehnică, 1958).

Uneori, și numai în cazuri extreme, dacă montajul necesită o anumită rezistență cu o valoare nestandardizată sau care nu există în stocul radioconstructorului, acesta o poate înlocui grupînd alte cîteva în serie, în paralel sau mixt. De exemplu, dacă este necesară o rezistență de 10 kΩ cu o putere de 10 W, aceasta poate fi înlocuită cu două rezistențe de cîte 5 kΩ și 10 W montate în serie, ori de două rezistențe de cîte 20 kΩ montate în paralel. Soluția este recomandată numai în cazul cînd spațiul din montaj permite utilizarea de piese suplimentare.

O recomandare de care trebuie să se țină seama: rezistențele de mare putere, de la 10 W în sus, este necesar să se monteze la partea superioară a aparatului (deasupra șasiului), care-i mai bine

Tabelul 7

Valoarea rezistenței	Intensitatea maximă, în miliamperi (mA), admisă pentru :						
	1/3 W	1/2 W	1 W	2 W	3 W	4 W	5 W
1 000 000 Ω	0,58	0,7	1	1,4	1,7	2	2,2
500 000 Ω	0,8	1	1,4	2	2,5	2,8	3
250 000 Ω	1,1	1,4	2	2,8	3,5	4	4,5
100 000 Ω	1,7	2,1	3	4,5	5,5	6	7
50 000 Ω	2,3	3,2	4,5	6,5	8	9	10
30 000 Ω	3,4	4,2	6	8	10	12	13
20 000 Ω	4	5	7	10	12	14	16
10 000 Ω	5,8	7	10	14	17	20	22
7 500 Ω	7	8,5	12	16	20	24	26
5 000 Ω	8	10	14	20	25	28	32
3 000 Ω	10	13	18	26	32	36	41
2 000 Ω	13	15	22	32	39	44	50
1 000 Ω	17	21	31	45	55	62	70
750 Ω	21	26	37	52	63	74	82
500 Ω	23	32	45	63	76	90	100
300 Ω	34	42	59	82	100	118	130
200 Ω	40	50	72	100	120	144	160
100 Ω	58	70	100	140	175	200	220
50 Ω	80	100	140	200	250	280	320

aerisită ; astfel, căldura degajată de ele nu va supraîncălzi celelalte piese.

O ultimă recomandare : valoarea unei rezistențe peliculare scade odată cu creșterea frecvenței curentului care o străbate. Așa că se va ține seama de acest lucru cînd se realizează circuite prin care trec curenți cu frecvențe foarte ridicate, de pildă de ordinul zecilor de megaherți.

Rezistențe variabile

In circuitele unde valoarea tensiunii trebuie schimbată de la un moment la altul (de pildă, pentru mărirea sau micșorarea volumului audiției, pentru reglarea tonului etc.) se folosesc rezistențe variabile. În practica radioamatorilor se întîlnesc *reostatele* (mai puțin) și *potențiometrele*.

Reostatul (fig. 13) este o rezistență variabilă realizată dintr-un conductor rezistiv, bobinat pe un suport izolant circular, pe care se plimbă un cursor (contact) acționat de un ax cu buton. Reostatele au două contacte : unul reprezentînd un capăt al

conductorului rezistiv, iar celălalt cursorul; tensiunea se culege între aceste două contacte. În general, reostatele au valori mici, care depind de grosimea şi natura conductorului bobinat.

Potenţiometrul este tot o rezistenţă variabilă, cu o foarte largă utilizare în radiotehnică. El este alcătuit dintr-o rezistenţă (chimică sau bobinată) pe care alunecă un cursor, acţionat de un ax cu buton (fig. 14). Pentru a fi ferite de praf, rezistenţa şi

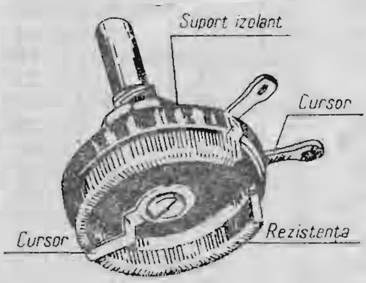


FIG. 13

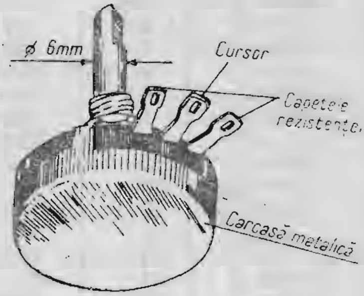


FIG. 14

cursorul sînt închise în carcase metalice sau din bachelită. Din acestea ies la exterior axul şi contactele (bornele, terminalele). Spre deosebire de reostat, potenţiometrul are cel puţin trei contacte: două reprezentînd capetele rezistenţei, iar al treia cursorul. Există şi potenţiometre cu mai multe contacte, ca urmare a faptului că rezistenţa este prevăzută cu prize în anumite poziţii. Unele potenţiometre sînt prevăzute cu întreruptoare, menite să întrerupă sau să conecteze circuitele de alimentare.

Din punctul de vedere al construcţiei rezistenţei, potenţiometrele sînt de două feluri: cu *element rezistiv chimic* şi cu *element rezistiv bobinat*.

Cele mai folosite potenţiometre sînt cele cu element rezistiv chimic. Acesta se prepară şi se depune pe suport după anumite tehnologii, în funcţie de rezistenţa ce urmează s-o aibă potenţiometrul. Dacă valoarea acestuia trebuie să fie mare, pentru realizarea stratului rezistiv se foloseşte o pastă alcătuită din suspensii fine de sulfat de bariu şi bioxid de titan, în lac de bachelită. Dacă valoarea stratului rezistiv trebuie să fie mică, se foloseşte o suspensie de negru de fum şi grafit coloidal în lac de bachelită (pentru rezistenţe foarte mici se adaugă şi un procent de argint coloidal).

In general, valoarea elementului rezistiv chimic (respectiv valoarea potențiometrului) este cuprinsă între 100 Ω și 5 MΩ. La noi se produc potențiometre cu valoarea rezistenței exprimată prin următoarele cifre semnificative: 1; 2,5; 5. La acestea se adaugă atîtea zerouri, pînă se obține întreaga gamă a valorilor aflate între 100 Ω și 5 MΩ. În alte țări se produc potențiometre cu alte cifre semnificative, de pildă: 1; 1,5; 2; 3,5; 4,7; 6,8. Curent, toleranța de fabricație este 20%.

Potențiometrele cu element rezistiv bobinat au întrebuințări mai restrînse în radiotehnică. Așa cum arată și numele, elementul lor rezistiv este alcătuit dintr-un conductor de constantan oxidat (pentru izolare) și bobinat spiră lîngă spiră pe un suport toroidal (de obicei). În funcție de destinație, potențiometrele chimice pot fi: cu *variație lineară* a rezistenței și cu *variație logaritmică*.

Uzual, valoarea nominală a rezistenței bobinate este cuprinsă între 200 Ω și 20 000 Ω, cu toleranțe ce merg pînă la 0,01% (obișnuit toleranța este de 2 sau 5%). Pentru același gabarit, un potențiometru bobinat are o putere de disipație mult mai mare decît unul chimic. Obișnuit, potențiometrul bobinat se fabrică pentru următoarele categorii de putere: 1; 2; 5; 10 W.

După forma constructivă deosebim mai multe tipuri de potențiometre:

— *simple*, alcătuite dintr-un singur element rezistiv; pot avea sau nu întreruptor;

— *duble*, alcătuite din două elemente rezistive de aceeași valoare sau de valori deosebite; axele lor sînt concentrice, putînd fi acționate fiecare separat (diametrele axelor 4 mm, respectiv 6 mm);

— *tandem*, alcătuite din două sau mai multe elemente rezistive, comandate de un singur ax;

— *miniatură, tip buton*, cu întreruptor sau fără, pentru aparatură tranzistorizată, de mici dimensiuni.

Toate axele potențiometrelor, folosite obișnuit în aparatura radio, au diametrul standardizat la 6 mm. Fixarea lor pe șasiul aparaturii se face prin intermediul bucșelor-lagăr filetate, care fac corp comun cu potențiometrul, și a unor piulițe.

Gruparea rezistențelor

Adeseori radioamatorul este pus în situația să nu poată realiza un montaj, deoarece n-are la dispoziție rezistențele cu valoarea nominală cerută. În cazul acesta, prin combinarea a două sau

mai multe rezistenţe, pot fi obţinute rezistenţe cu valori precise. Menţionăm că de obicei în montajele radio valorile rezistenţelor nu sînt critice, aşa cum rezultă şi din tabelul 6. Dar realizarea unor aparate de măsurat cere valori foarte precise, aşa că adeseori combinarea rezistenţelor devine necesară.

In general, există trei tipuri de scheme după care se pot grupa rezistenţele : în serie, în paralel şi mixt.

Gruparea în serie. În cazul acesta rezistenţele se leagă una după alta, în lanţ (fig. 15). Pentru a calcula valoarea R_{tot} a rezistenţei echivalente, se însumează valoarea rezistenţelor înseriate :

$$R_{tot} = R_1 + R_2 + R_3 + \ldots + R_n$$

Exemplu : sînt înseriate trei rezistenţe de : 500 Ω, 1 200 Ω şi 150 Ω. Să se afle rezistenţa echivalentă.

$$R_{tot} = 500 + 1\,200 + 150 = 1\,850\ \Omega$$

Rezultă, astfel, că în cazul rezistenţelor grupate în serie, rezistenţa circuitului creşte (fig. 16). Cum circuitul serie este un circuit de bază în radiotehnică, trebuie să ne oprim asupra lui. Aşa cum rezultă şi din figură, în fiecare porţiune a circuitului tensiunea se repartizează în funcţie de rezistenţa acestor porţiuni.

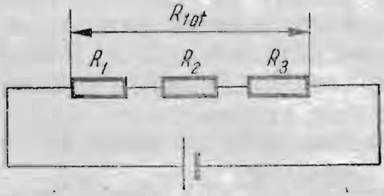


FIG. 15

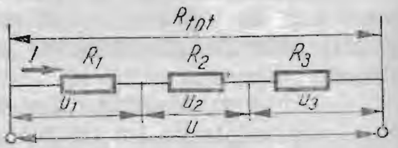


FIG. 16

Astfel, în porţiunile cu rezistenţe mai mari, şi căderile de tensiune vor fi mai mari. Ca un corolar, rezultă că şi tensiunea totală (U) aplicată circuitului serie este întotdeauna egală cu suma tensiunilor din fiecare porţiune :

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

Conform legii lui Ohm, căderea de tensiune la bornele rezistenţelor se poate calcula astfel :

$$U_1 = IR_1\ ;\ U_2 = IR_2\ ;\ U_3 = IR_3 \ldots U_n = IR_n$$

Iar intensitatea curentului:

$$I = \frac{U}{R_{tot}}$$

Un exemplu va lămuri chestiunile legate de circuitul serie. Să presupunem că trei rezistenţe: $R_1=80\ \Omega$; $R_2=120\ \Omega$; $R_3=40\ \Omega$ sînt înseriate cu o sursă ce furnizează 300 V. Trebuie să se afle: rezistenţa totală (R_{tot}), intensitatea curentului (I) şi căderile de tensiune (U_1, U_2, U_3) pe fiecare porţiune.

$$R_{tot}=R_1+R_2+R_3=80+120+40=240\ \Omega$$

$$I = \frac{U}{R_{tot}} = \frac{300}{240} = 1{,}25\ A$$

$$U_1=IR_1=1{,}25\times 80=100\ V$$

$$U_2=IR_2=1{,}25\times 120=150\ V$$

$$U_3=IR_3=1{,}25\times 40=50\ V$$

In felul acesta se verifică relaţia:

$$U=U_1+U_2+U_3=100+150+50=300\ V$$

După cum se poate constata, calculele sînt simple. Este însă necesar ca radioconstructorul să ţină seama de faptul că trebuie să lucreze cu aceleaşi unităţi de măsură, altfel rezultatele devin eronate. De aceea socotim că tabelul 1 îi va fi foarte util.

Vom încheia cu cîteva precizări: variind rezistenţa unei porţiuni din circuit, intensitatea curentului se modifică nu numai în porţiunea respectivă, ci şi în toate celelalte porţiuni ale circuitului. Ca urmare, se modifică şi tensiunile. Dacă circuitul se întrerupe, curentul nu va mai circula prin circuit.

Gruparea în paralel (derivaţie). Conectarea rezistenţelor în paralel se face prin unirea capetelor rezistenţelor, aşa cum se arată în fig. 17-*a*.

Calcularea valorii rezistenţei totale (echivalente) se face de astă dată cu ajutorul formulei:

$$\frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \ldots + \frac{1}{R_n}$$

Să luăm cazul a patru rezistenţe montate în paralel.

Exemplu: se leagă în paralel patru rezistenţe de: $R_1=1{,}5\ k\Omega$ $R_2=4{,}7\ k\Omega$, $R_3=3{,}3\ k\Omega$ şi $R_4=2{,}2\ k\Omega$; să se afle rezistenţa echivalentă.

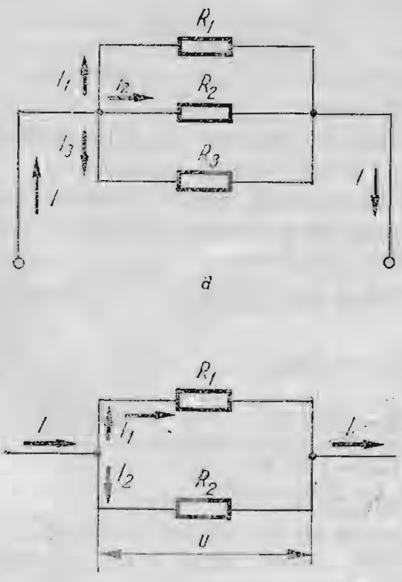


FIG. 17

Conform formulei, avem :

$$\frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{1,5} + \frac{1}{4,7} + \frac{1}{3,3} + \frac{1}{2,2} =$$

$$= \frac{34,122+10,89+15,51+23,265}{51,183} =$$

$$= \frac{83,787}{51,183}$$

$$\frac{1}{R_{tot}} = \frac{83,787}{51,183}$$

Se scoate R_{tot} din relaţia de mai sus, egalînd produsul mezilor cu al extremilor şi apoi izolînd în membrul întîi pe R_{tot}

$$R_{tot} \cdot 83,787 = 1 \cdot 51,183$$

$$R_{tot} = \frac{11 \cdot 51,183}{83,787} = \frac{51,183}{83,787} \approx$$

$$0,610\ K\Omega = 610\ \Omega$$

Se atrage atenţia că înainte de efectuarea calculelor să se facă eventualele transformări pentru a se lucra cu acelaşi fel de unităţi (ohmi, kiloohmi etc.). La terminarea calculelor valoarea obţinută poate fi apoi transformată în orice altă unitate corespunzătoare.

Se mai remarcă faptul că întotdeauna cînd se grupează în paralel mai multe rezistenţe, rezistenţa echivalentă este mai mică decît valoarea celei mai mici rezistenţe grupate.

Un caz des întîlnit în practica radio electronică este gruparea în paralel a două rezistenţe. Pornind tot de la formula generală prezentată mai înainte, se ajunge la următoarea :

$$R_{tot} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}\ ;\ R_1 = \frac{R_{tot} \cdot R_2}{R_2 - R_{tot}}\ ;\ R_2 = \frac{R_{tot} \cdot R_1}{R_2 - R_{tot}}$$

Şi în cazul acesta calculele sînt simple şi decurg ca în exemplul prezentat anterior.

Calculele pentru determinarea valorilor rezistenţei, a tensiunii şi a intensităţii curentului se determină cu ajutorul relaţiilor date de legea lui Ohm şi de teoremele lui Kirchhoff.

Așa cum am văzut, spre deosebire de circuitul serie, în cazul circuitului paralel valoarea rezistenței scade, devenind mai mică decît cea mai mică rezistență din circuit. Explicația fenomenului este simplă. Să presupunem că un circuit conține o singură rezistență, prin care trece un anumit curent. Dacă lîngă ea se conectează în paralel o rezistență cu valoare identică, rezultă că se dublează suprafața secțiunii rezistențelor, deci se deschide curentului o nouă cale, prin care acesta poate trece. Rezultă că, practic rezistența întîmpinată de curent scade la jumătate. Asemănător se petrec lucrurile și în cazul mai multor rezistențe grupate în paralel.

Conform primei teoreme a lui Kirchhoff, intensitatea curentului (I) dintr-un circuit paralel este egală cu suma curenților din diferitele secțiuni ale circuitului, luate în parte :

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$$

In același timp, conform legii lui Ohm, căderile de tensiune în toate rezistențele sînt aceleași :

$$U = IR_{tot} = U_1 = U_2 = U_3 = \dots = U_n,$$

iar intensitățile curenților ce le parcurg :

$$I_1 = \frac{U}{R_1};\ I_2 = \frac{U}{R_2};\ I_3 = \frac{U}{R_3};\ I_n = \frac{U}{R_n}$$

Trebuie, de asemenea, menționat că în ramurile conectate în paralel curenții sînt invers proporționali cu rezistențele acestor brațe, adică (fig. 17-*b*) :

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

In cazul a două rezistențe montate în paralel, dacă se cunosc intensitatea curentului total (I) și valorile celor două rezistențe (R_1) și (R_2), se pot calcula valorile intensităților curenților ce le străbat (I_1 și I_2) :

$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot I; \qquad I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot I$$

Gruparea mixtă (în serie și paralel). Uneori nu se poate realiza, prin combinarea rezistențelor în serie sau în paralel, o rezistență cu valoarea necesară. Se recurge atunci la gruparea mixtă a rezistențelor, în care o parte sînt legate în serie, iar o parte în paralel (fig. 18).

Pentru a se calcula rezistenţa echivalentă (în cazul exemplului prezentat în fig. 18), se calculează întîi rezistenţa echivalentă a celor montate în paralel (R_2, R_3), apoi valoarea obţinută se însumează cu a celorlalte două (R_1 şi R_4), deoarece acum intervine gruparea în serie. Matematic, rezistenţa echivalentă a circuitului se exprimă astfel :

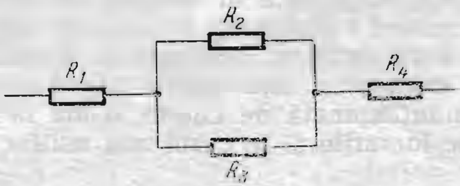


FIG. 18

$$R_{tot} = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} + R_4$$

Calculele se fac ca în celelalte exemple.

O scurtă recapitulare. În cazul *grupării rezistenţelor în serie* iată ce se întîmplă cu :

— *Rezistenţa.* Rezistenţa totală este egală cu suma rezistenţelor înseriate.

— *Intensitatea curentului* este aceeaşi în toate punctele circuitului.

— *Tensiunea.* La bornele fiecărei rezistenţe depinde de valoarea rezistenţei şi este numită *cădere de tensiune.* Tensiunea totală se împarte direct proporţional cu rezistenţele înseriate.

În cazul rezistenţelor *grupate în paralel :*

— *Rezistenţa.* Rezistenţa totală are valoarea mai mică decît cea mai mică rezistenţă din circuit.

— *Intensitatea.* Curentul se împarte între diferitele ramuri ale circuitului, fiind egal cu suma curenţilor din fiecare ramură. Intensitatea totală se împarte invers proporţional cu rezistenţele legate în paralel.

— *Tensiunea* este totdeauna aceeaşi la bornele fiecărei ramuri a circuitului.

Surse de curent electric

Pentru acţionarea aparatelor construite, radioamatorul are nevoie de surse de curent electric. Desigur, cea mai comodă şi la îndemînă este reţeaua electrică, care furnizează curent alternativ la 220 V şi (mai rar) 120 V. Acesta este produs de giganticele alternatoare ale termo şi hidrocentralelor. Pentru a putea fi folosit, curentul alternativ este supus unor procese de transformare şi redresare, care-l fac apt de a fi întrebuinţat în montajele electronice. In cele ce urmează ne vom ocupa, însă, de sursele chimice de curent continuu: pilele electrice, bateriile şi acumulatoarele.

Larga răspîndire a aparaturii portabile tranzistorizate de mici dimensiuni a impus intensa utilizare a pilelor, bateriilor şi acumulatoarelor, ca surse de curent continuu, datorită comodităţii în exploatare. Astăzi domeniul lor de întrebuinţare este foarte variat: de la radioreceptoare şi televizoare tranzistorizate, pînă la jucării şi minicalculatoare electronice. Desigur, pentru fiecare categorie de aparate sînt necesare anumite surse de curent electric, respectiv pile, baterii sau acumulatoare.

Pile şi baterii electrice

Am avut ocazia, în paginile anterioare, să aflăm cum ia naştere curentului electric continuu într-o pilă electrică (element galvanic) alcătuită dintr-un electrod de zinc şi unul de cupru, introduşi într-o soluţie de acid sulfuric diluat. Utilizarea în practică a unui astfel de element este incomodă. De aceea, pentru producerea curentului electric se folosesc pilele Leclanché. Cum este alcătuită o astfel de pilă poate constata oricine, desfăcînd o baterie uscată de lanternă. Să disecăm împreună o baterie „pătrată"

(fig. 19). Indepărtînd straturile de hîrtie izolatoare, vom da peste trei cilindri metalici: sînt cele trei pile (elemente) Leclanché ale bateriei. Desfăcînd un cilindru (de fapt un „păhărel") aflăm în interiorul său un săculeț ce conține depolarizantul (bioxid de mangan și praf de grafit) și un baston de cărbune de retortă, prevăzut cu un căpăcel metalic (bornă). Ce rost are fiecare? „Păhărelul" este din zinc amalgamat și constituie polul negativ al pi-

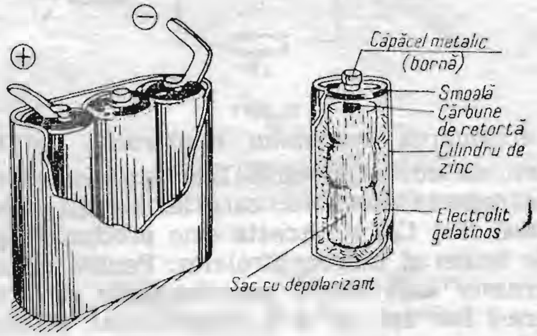


FIG. 19

lei, iar bastonul de cărbune polul pozitiv. Electrolitul este o pastă alcătuită dintr-o soluție de țipirig (clorură de amoniu) îngroșată cu făină sau agar-agar. Un astfel de element livrează o tensiune de 1,5 V. Intensitatea curentului este proporțională cu dimensiunile elementului.

Industria constructoare de elemente și baterii produce diferite tipuri, pentru felurite utilizări, tensiunea ce o pot furniza fiind între 1,5 V (un singur element) și peste 100 V (baterii anodice). Obținerea unei tensiuni mai mari de 1,5 V se realizează prin gruparea mai multor elemente în baterii.

Gruparea elementelor este o operație simplă. Ca și rezistențele și condensatoarele, elementele se pot grupa în *serie*, în *paralel* și *mixt*. Gruparea în *serie* duce la obținerea unei baterii cu tensiunea egală cu cea a unui element, înmulțită cu numărul elementelor. De exemplu, o baterie „pătrată", alcătuită din trei elemente, furnizează o tensiune de $1{,}5\ V \times 3 = 4{,}5$ V. O baterie de 90 V este formată din $90\ V : 1{,}5\ V = 60$ elemente. Pentru obținerea bateriilor prin înserierea elementelor, acestea se leagă astfel (fig. 20-*a*): polul pozitiv (sau negativ) al primului element se leagă cu polul negativ (sau pozitiv) al celui de-al doilea element, polul pozitiv (sau negativ) al acestuia de polul negativ (sau pozi-

tiv) al elementului al treilea ş.a.m.d., pînă la înserierea tuturor elementelor. Drept urmare, tensiunea bateriei va fi suma tensiunilor elementelor. În schimb intensitatea curentului bateriei este egală cu intensitatea unui singur element.

Dacă se urmăreşte obţinerea unei baterii cu intensitatea mai mare, elementele se grupează în *paralel*, operaţie care se execută astfel (fig. 20-*b*): toţi polii pozitivi ai elementelor grupate se

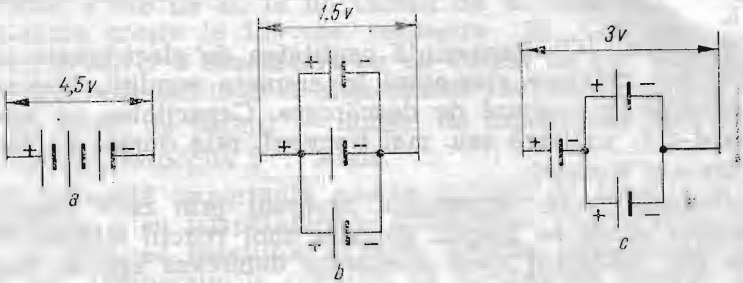


FIG. 20

leagă la o bornă, iar cei negativi la altă bornă. În cazul acesta tensiunea bateriei este egală cu tensiunea unui singur element, iar intensitatea cu suma intensităţilor elementelor. Deci lucrurile se petrec invers decît în cazul grupării în serie. Exemplu: grupînd în paralel 10 elemente cu tensiunea de 1,5 V şi intensitatea de 0,1 *A* se obţine o baterie cu tensiunea generală de 1,5 V şi intensitatea egală cu 10×0,1 A = 1A.

Dacă un montaj necesită atît o tensiune, cît şi o intensitate mai mari decît cele oferite de un element, acestea vor fi grupate *mixt*, adică vor fi grupate atît în paralel, cît şi în serie (fig. 20-c).

Industria noastră fabrică diferite tipuri de elemente şi baterii, adecvate diverselor scopuri. Astfel, se produc elemente de 1,5 V, baterii de 4,5 V, de 9 V, precum şi baterii anodice cu tensiuni mari. În cele ce urmează ne vom opri doar asupra celor folosite în montajele tranzistorizate, deoarece astăzi radioreceptoarele cu tuburi electronice alimentate la baterie sînt mai puţin utilizate.

Elementele şi bateriile tip Leclanché au o serie de caracteristici de care trebuie să se ţină seama în aprecierea calităţilor lor. Dintre acestea amintim:

Tensiunea electromotoare (*E*). Depinde numai de proprietăţile chimice ale materialelor constitutive, nu şi de formă şi di-

mensiuni. În general, pentru elementele Leclanché este de cca. 1,5 V.

Rezistența internă (*Ri*). Constituie rezistența totală a electrozilor, electrolitului și depolarizantului. Depinde de proprietățile fizico-chimice și de dimensiunile materialelor constitutive. Limitează curentul debitat de fiecare element. În timpul debitării pe o sarcină, tensiunea la bornele elementului este mai mică decît tensiunea electromotoare, datorită căderii interioare de tensiune pe R_i, adică : $U = E - I_s R_i$, în care I_s reprezintă curentul în sarcină.

Capacitatea (*Q*). Reprezintă cantitatea de electricitate pe care poate s-o debiteze elementul în anumite condiții. Depinde în mare măsură de regimul de descărcare. Capacitatea se măsoară în amperi-oră, watt-oră sau, mai frecvent, prin durata de funcționare (ore sau minute).

Autodescărcarea. Reprezintă procesul prin care capacitatea elementelor scade cu timpul, datorită unor reacții interne. Procesul are loc indiferent dacă elementul debitează sau nu energie.

Durata de funcționare. Reprezintă perioada în decursul căreia elementul își păstrează caracteristicile. De aceea pe baterii este trecută data fabricației sau data pînă la care pot fi folosite.

Pentru ca pilele și bateriile să poată fi folosite în aparate de diferite fabricații, dimensiunile lor au fost standardizate pe plan internațional. Caracteristica dimensională este cuprinsă în simbolizarea produselor. Astfel, în cazul unor produse românești, simbolizarea R6, R20, 6F22 înseamnă : *R* — tip de element rotund ; *F* — tip de element plat. Numerele 6, 20, 22 reprezintă caracteristica dimensională. În cazul produselor mai sus-amintite, R6 și R20 reprezintă două elemente cu tensiunea de 1,5 V, iar 6F22 o baterie alcătuită din 6 elemente de cîte 1,5 V, adică de 9 V.

În clipa conectării unui element la un consumator, tensiunea scade de la 1,5 V la o valoare ceva mai mică (1,4 V . . . 1,2 V), în funcție de mărimea sarcinii aplicate. În tot timpul exploatării tensiunea elementului scade continuu, pînă la o valoare numită *tensiune de oprire*, cînd aparatul la care este conectat elementul (sau bateria) nu mai funcționează corect. În cazul elementelor, tensiunile de oprire frecvent întîlnite sînt următoarele : 0,7, 0,75, 0,85, 0,90 V. Nu se recomandă utilizarea elementului sub tensiunea de oprire, deoarece se poate produce chiar deteriorarea aparatului.

Pentru fiecare domeniu de utilizare se stabilește curentul nominal și curentul maxim ce poate fi solicitat de la un element sau o baterie. Dacă nu se ține seama de acești curenți, este posibil

ca durata de funcţionare a elementului (bateriei) să fie mult scurtată. De exemplu, în cazul descărcării continue a elementului R6 cu un curent de 150—200 *mA*, durata de funcţionare nu depăşeşte 3,5 ore. Dacă acelaşi element este descărcat intermitent, cîte 4 ore pe zi, pînă la tensiunea de oprire de 0,9 *V* (curent de la 10 . . . 20 *mA*), durata de utilizare creşte la 65 ore, respectiv 16 zile (cîte patru ore pe zi). Acelaşi fenomen întîlnim şi în cazul elementului R20. Descărcat continuu cu un curent de 350 *mA*, durata sa de funcţionare va fi de cca 10 ore. Descărcat intermitent, cîte 4 ore pe zi, la un curent de 40 . . . 60 *mA*, durata de funcţionare creşte la 150 ore, respectiv 35 . . . 40 zile. În cazul bateriei 6F22, la o descărcare cu un curent de cca 10 *mA* — situaţie frecvent întîlnită la alimentarea radioreceptoarelor prevăzute cu astfel de baterii — durata de funcţionare este de circa 25 . . . 30 ore, respectiv 6 . . . 8 zile.

O influenţă importantă asupra duratei de folosire a pilelor şi bateriilor o au temperatura şi umiditatea. Temperatura ridicată duce la grăbirea reacţiilor chimice interne, determinînd descărcarea lor. Temperaturile coborîte au o influenţă inversă. Dacă o baterie a fost păstrată la o temperatură coborîtă, ea trebuie adusă şi ţinută la temperatura camerei circa 24 de ore, pentru a o reactiva. Umiditatea mărită duce la oxidarea şi corodarea contactelor. De aceea, durata de depozitare a bateriilor depinde de construcţia lor şi de respectarea unor condiţii de temperatură şi umiditate.

Adeseori, în timpul depozitării, ori chiar în timpul funcţionării, apar scurgeri de electrolit. Aceste scurgeri sînt periculoase pentru aparatura electronică, deoarece pot duce la corodarea unor contacte. Pentru înlăturarea pericolului scurgerilor corosive, fabricile constructoare au luat măsuri suplimentare de sigilare şi protecţie, prevăzînd elementele şi bateriile cu mantale exterioare de protecţie din metal sau material plastic. Produsele astfel protejate au înscris pe ele cuvîntul „Leakproof", adică „încercat la scurgere". Este indicat, chiar şi la produsele prevăzute cu astfel de protecţii, ca elementele sau bateriile să fie introduse într-un săculeţ de plastic.

Regenerarea pilelor şi bateriilor

În timpul descărcării pilelor şi bateriilor apare un fenomen nedorit, care face ca rezistenţa internă a acestora să crească, tensiunea furnizată scăzînd simţitor. Fenomenul poartă numele de *polarizare* şi constă în acumularea pe suprafaţa electrodului

pozitiv (cărbunele de retortă) a unei cantităţi de hidrogen, sub formă de bule, care duce la diminuarea circulaţiei interne.

Pentru reducerea polarizării, elementele Leclanché sînt „depolarizate", adică sînt prevăzute, cum am mai arătat, cu un săculeţ de bioxid de mangan şi grafit în jurul bastonului de cărbune de retortă, substanţe capabile să înlăture hidrogenul format. Pe măsură ce elementele se descarcă, scade eficacitatea depolarizantului, ca urmare a reacţiei acestuia cu hidrogenul.

In unele cazuri, cînd bateriile de elemente sînt consumate, dar electrodul de zinc („păhărelul") nu este corodat, se poate acţiona în vederea regenerării lor. Aceasta se poate realiza pe două căi : pe cale chimică şi pe cale electrică.

Regenerarea pe cale chimică. Iată cum se procedează. Bateria se desface cu atenţie, evitîndu-se ruperea săculeţilor cu depolarizant. Se dezlipesc contactele ce leagă elementele în serie (respectiv „păhărelul" de borna cărbunelui). Se scot săculeţii cu cărbune din păhărele şi se spală bine cu apă caldă ambii electrozi. Se prepară un nou electrolit din 150 cm^3 apă, 75 g clorură de amoniu (ţipirig), 20 g sare de bucătărie. Ambele săruri se dizolvă complet în apă, apoi în aceasta se adaugă — puţin cîte puţin, în timp ce vasul cu soluţie este pe foc — cca 3 linguriţe amidon (în lipsă se poate folosi şi făină). Se agită continuu, ca să nu apară cocoloaşe şi se ţine amestecul pe foc pînă capătă consistenţa unui sirop. Se ia de pe foc şi se toarnă în fiecare „păhărel" pînă la un lat de deget de gura „păhărelului". Se introduc în păhărele săculeţii cu cărbuni. În cazul bateriilor de elemente se reface legătura în serie. Se introduce pe fiecare cărbune cîte o rondelă de carton şi se toarnă deasupra smoală sau parafină topită, pentru a se evita evaporarea apei.

O metodă mai simplă, care uneori se dovedeşte eficace, constă în injectarea unui centimetru cub de soluţie de clorură de amoniu în apă, în fiecare element, operaţie urmată de o încălzire pînă la 50 . . . 60°C, pentru reactivarea reacţiilor.

Regenerarea pe cale electrică. Procedeul se bazează pe trecerea curentului electric continuu pulsatoriu prin baterie (sau element), în sens invers curentului de descărcare. Pentru aplicarea acestui prodeceu bateriile (elementele) trebuie să îndeplinească următoarele două condiţii : 1 — „păhărelul" de zinc să fie intact ; 2 — elementele de 1,5 V să nu fie descărcate la o tensiune mai joasă de 0,7 V, iar bateriile de 4,5 V mai jos de 2,3 V.

Regenerarea bateriilor de 4,5 V se poate face cu unul din montajele prezentate în fig. 21. În fig 21-*a*, curentul continuu pulsatoriu se obţine prin redresarea unei perioade cu ajutorul diodei *D*, de tip ДГЦ24 şuntată de rezistenţa *R* de 250 Ω

Mai înainte tensiunea rețelei (110 sau 220 *V*) este redusă la 7 *V* cu ajutorul transformatorului *Tr*, care poate fi de sonerie. Lampa *L*, de 3,5 *V* și 0,28 *A*, înseriată în circuit, are rol de stabilizator al curentului de regenerare. De asemenea, ea indică și momentul cînd procesul de regenerare s-a încheiat, prin scăderea luminozității sale. Bateria supusă regenerării se branșează între punctele *A* și *B*.

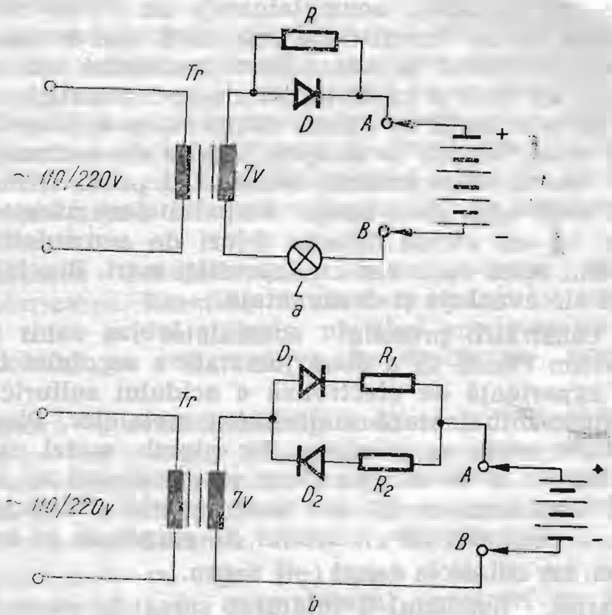


FIG. 21

În cel de-al doilea montaj (figura 21-*b*) avem de asemenea un transformator coborîtor de tensiune (*Tr*), dar curentul continuu pulsatoriu se obține cu cele două diode semiconductoare tip ДГЦ24 înseriate, prima cu R_1 de 15 Ω, iar a doua cu R_2 de 100 Ω. De remarcat că diodele sînt montate invers una față de alta și sînt străbătute de curenți diferiți. Bateria se branșează la bornele *A* și *B*. Pe măsură ce ea se regenerează, curentul ce trece prin ramura D_1R_1 se micșorează, iar curentul de descărcare ce parcurge, invers, ramura R_2D_2 crește. Cînd tensiunea atinge circa 6 *V*, cei doi curenți au valori apropiate și se poate considera că procesul de regenerare s-a încheiat.

Acumulatoarele

Spre deosebire de pila electrică în care curentul electric continuu are un singur sens de trecere (acela de descărcare) și polarizarea este ireversibilă, acumulatorul are două sensuri de trecere: unul pentru încărcare și altul pentru descărcare. Dacă pilele sînt elemente primare, nereversibile, acumulatoarele sînt, în schimb, elemente secundare reversibile.

Comparativ cu pilele, acumulatoarele au o serie de avantaje. Astfel, durata lor de funcționare este mult mai lungă, tensiunea furnizată mai constantă și intensitatea curentului mai mare. Acumulatoarele au însă și unele dezavantaje: necesită o încărcare periodică, de la o sursă de curent continuu, și apoi au dimensiuni și greutăți mari. Totuși, avantajele oferite de acumulatoare sînt încă mari, așa că, deocamdată, tehnica nu poate renunța la ele. E drept, li s-au adus de-a lungul timpului nenumărate perfecționări, astfel că azi există diferite feluri de acumulatoare, unele cu dimensiuni mici, ușoare și cu capacități mari. Bineînțeles, noile tipuri au și ele avantaje și dezavantaje.

Ideea construirii primului acumulator i-a venit fizicianului francez Gaston Planté în a doua jumătate a secolului trecut, cînd a făcut o experiență de electroliză a acidului sulfuric. Știind că acidul sulfuric diluat atacă majoritatea metalelor, Planté a construit un voltametru cu electrozi din plumb, metal care suportă atacul. A conectat sursa de curent și a așteptat să se producă electroliza. Spre uimirea lui, n-a observat nici o degajare de gaz. În schimb, a constatat că electrodul de plumb de la anod (+) se făcuse brun, iar cel de la catod (—) negru.

Contrariat, fizicianul a înlăturat sursa de curent și a unit electrozii voltametrului cu o sîrmă. A obținut un curent de scurtă durată. Sesizînd fenomenul, Planté a refăcut experiența de mai multe ori, constatînd de fiecare dată creșterea cantității de electricitate înmagazinată în electrozii de plumb. Acumulatorul era inventat — cel puțin teoretic.

Acumulatorul lui Planté era format dintr-un vas de sticlă plin cu o soluție de acid sulfuric, în care erau introduse două plăci de plumb: una forma polul pozitiv, cealaltă polul negativ.

Deoarece primele acumulatoare, confecționate din plăci masive, de plumb, necesitau timp îndelungat pentru formarea plăcilor, astfel ca să poată acumula mai multă electricitate, s-a căutat un mijloc pentru înlăturarea acestui neajuns. Problema a fost rezolvată prin realizarea unor plăci cu gratii, în alveolele

cărora s-a introdus oxid de plumb, care scurtează timpul de formare și permite înmagazinarea unei mai mari cantități de energie.

Și acum, cîteva cuvinte despre modul cum funcționează un acumulator cu plumb. Să ne imaginăm un acumulator cu două plăci introduse într-o soluție de acid sulfuric. Prin trecerea curentului electric continuu se constată, după un timp, că placa pozitivă se acoperă cu oxid de plumb, iar cea negativă devine spongioasă. Acumulatorul este acum capabil să restituie o parte din energia primită.

In timpul descărcării ionii SO_4^{--} și H^+, proveniți din disocierea acidului sulfuric, creează o tensiune electromotoare, capabilă să producă un curent electric îndată ce se stabilește un circuit exterior. Sensul acestui curent este invers celui de încărcare; de aceea poartă numele de *curent de descărcare*. Simultan, ionul SO_4^{--} reacționează cu plumbul, formînd sulfat de plumb care se depune pe plăci, polarizîndu-le. Fenomenul se numește *sulfatare* și este continuu.

Reîncărcarea acumulatorului urmărește acum desulfatarea, adică depolarizarea. Reacțiile chimice ce au loc, tot sub influența curentului, refac acidul sulfuric, plumbul spongios pe placa negativă și oxidul pe cea pozitivă. La descărcare, fenomenul se repetă.

In legătură cu acumulatoarele, indiferent de tipul lor, trebuie să reținem un lucru foarte important, și anume: acumulatoarele nu generează energie electrică, ci servesc doar la înmagazinarea ei. Sînt un fel de „rezervoare" de electroni, necesitînd pentru încărcare o sursă de curent continuu.

Acumulatoarele cu plăci de plumb folosite azi nu se deosebesc, în principiu, de acumulatorul construit de Planté. Un astfel de acumulator este format din: *1* — un vas sau bac de sticlă ori material plastic, prevăzut cu capac, prin care sînt practicate găuri pentru trecerea polilor și completarea electrolitului; 2 — electrodul pozitiv, reprezentat de o placă de plumb în formă de gratie, în alveolele căreia se introduce oxid de plumb; 3 — electrodul negativ, reprezentat dintr-o placă de plumb tot cu alveole, în care este depus plumb poros; *4* — electrolitul, adică o soluție de acid sulfuric în apă.

O placă pozitivă și una negativă formează un element. Tensiunea lui este de aproximativ 2 V. În practică se utilizează baterii alcătuite prin gruparea elementelor în serie și în paralel, în vederea măririi tensiunii și intensității. Astfel, după necesități, există acumulatoare cu plumb capabile să furnizeze 2 V, 4 V, 6 V, 12 V, 24 V etc. și intensități diferite.

In afara acumulatoarelor cu plumb (acide), se construiesc şi alte tipuri Dintre acestea amintim acumulatoarele cu nichel (alcaline), construite în două variante: cu cadmiu-nichel şi cu fero-nichel. Un acumulator cu nichel este alcătuit dintr-un vas de oţel nichelat, în interiorul căruia se află un grup de plăci negative şi unul de plăci pozitive. Plăcile negative sînt confecţionate din oţel perforat, în alveolele căruia se introduce o pastă formată din pulbere de cadmiu, fier şi oxizii lor (în cazul acumulatoarelor cu cadmiu-nichel), sau din pulbere de fier, oxid de mercur şi alte substanţe (în cazul acumulatoarelor de fero-nichel). Plăcile pozitive sînt confecţionate din oţel nichelat. Ele sînt prevăzute cu alveole în care se introduc pastă de oxid de nichel şi grafit. Electrolitul acumulatorului îl formează o soluţie de hidroxid de potasiu. Tensiunea livrată de o pereche de plăci (un element) este de cca 1,4 V.

Pentru aparatura electronică tranzistorizată, industria constructoare a realizat elemente minuscule închise ermetic, pentru evitarea corodării. Cele mai răspîndite sînt acumulatoarele cu cadmiu-nichel şi acumulatoarele cu argint-zinc. Acestea sînt acumulatoare alcaline şi au o construcţie robustă. Ele suportă uşor scurtcircuitul şi nu se strică dacă procesul de descărcare este foarte avansat.

Iată, în continuare, principalele caracteristici electrice ale acumulatoarelor:

— *tensiunea nominală:* în cazul acumulatoarelor cu plumb ea este de cca 2 V, iar a acumulatoarelor cu nichel de cca 1,4 V;

— *tensiunea minimă în procesul de descărcare:* depinde de tipul acumulatorului;

— *curentul maxim de încărcare şi de descărcare:* depinde de tipul acumulatorului;

— *capacitatea:* reprezintă cantitatea de electricitate, în amperi-ore, pe care un acumulator este capabil s-o livreze după ce a fost încărcat. Exemplu: dacă un acumulator poate livra 1 amper timp de 12 ore, spunem că are o capacitate de 12 amperi-oră.

Condensatorul

Considerații generale

Condensatorul electric este un dispozitiv capabil să acumuleze sarcini electrice. El este alcătuit, în principiu, din două armături despărțite printr-un dielectric, care poate fi: gazos, lichid sau solid (aer, ulei, mică, hîrtie, sticlă etc.). Din fizică este cunoscută „butelia de Leyda", condensator format dintr-un vas de sticlă (dielectric) cu suprafața interioară și exterioară acoperite cu foiță metalică (armături) și prevăzut cu o tijă metalică aflată în contact cu armătura interioară (fig. 22). De-a lungul timpului forma constructivă a condensatoarelor a evoluat, ajungîndu-se la cele cunoscute azi în diverse variante constructive.

Dacă încărcăm o sferă metalică, suspendată pe un picior izolant, cu o cantitate de electricitate Q, ea va atinge un potențial electric (tensiune) U față de pămînt. Mărind cantitatea de electricitate, potențialul sferei va crește. Dimpotrivă, depunînd pe sferă o cantitate mai mică de electricitate, potențialul sferei se va reduce corespunzător. Să presupunem că încărcăm sfera cu o cantitate de electricitate Q_1; ea va căpăta potențialul U_1. Făcînd raportul între Q_1 și U_1 obținem valoarea C. Să încărcăm apoi sfera cu cantitatea de electricitate Q_2; sfera va căpăta potențialul U_2. Făcînd din nou raportul dintre Q_2 și U_2 se obține tot valoarea C. Oricît am încărca sfera, raportul dintre cantitatea de electricitate și potențial rămîne aceeași. Această valoare (C) poartă numele de *capacitate electrică*.



FIG. 22

Cum este și normal, principala caracteristică a unui condensator este *capacitatea* sa, cu alte cuvinte cantitatea de sarcini electrice acumulată pe armăturile sale. Aceasta depinde de dimensiunile condensatorului și de tensiunea ce i-a fost aplicată. Capacitatea condensatorului reprezintă raportul dintre canti-

tatea de electricitate Q şi diferenţa de potenţial U: $C = \frac{Q}{U}$ şi se exprimă în *farazi* (F). *Faradul*, ca unitate de măsură a capacităţii, se defineşte astfel: *este capacitatea care înmagazinează o cantitate de electricitate egală cu un coulomb, la o diferenţă de potenţial de 1 volt*:

$$1\ F = \frac{1\ C}{1\ V}$$

Deoarece faradul este o unitate cu valoare foarte mare, în practica radio se folosesc submultiplii săi: *microfaradul* (μF); *nanofaradul* (nF) sau *milimicrofaradul* ($m\mu F$); *picofaradul* (pF) sau *micromicrofaradul* ($\mu\mu F$). Relaţiile dintre unitatea de bază (faradul) şi submultiplii săi sînt:

$$1\ F = 10^6 \mu F = 10^9 nF\ (m\mu F) = 10^{12}\ pF\ (\mu\mu F)$$
$$1\ \mu F = 10^3\ nF\ (m\mu\ F) = 10^6\ pF\ (\mu\mu F)$$
$$1\ nF\ (m\mu\ F) = 10^3\ pF\ (\mu\mu F)$$

In urmă cu ani era folosit frecvent şi un alt submultiplu: *centimetrul* (cm):

$1\ cm = 1{,}11\ pF$
$1\ pF = 0{,}9$ cm

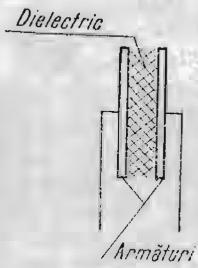


FIG. 23

Deşi astăzi sînt folosite în practică diverse tipuri constructive de condensatoare, pentru înţelegerea celor ce urmează putem considera condensatorul alcătuit — ca în fig. 23 — din două plăci metalice numite *armături*, despărţite printr-un corp izolator (aer, hîrtie, mică etc.) numit *dielectric*. Capacitatea condensatorului depinde de natura dielectricului, caracterizat prin *constanta dielectrică* (notată cu litera grecească ε — epsilon), de dimensiunea armăturilor şi de distanţa dintre ele. Cu cît dielectricul are o constantă mai ridicată, suprafaţa armăturilor mai mare, iar distanţa dintre ele mai mică, cu atît capacitatea condensatorului este mai mare. Teoretic, capacitatea unui condensator plan (fig. 23) se determină cu ajutorul formulei:

$$C = \varepsilon \cdot \frac{S}{d}$$

în care:

C = capacitatea, în farazi (F) ;
ε = constanta dielectrică ;
S = suprafaţa armăturilor, în m^2 ;
d = distanţa dintre armături, în m.

Gruparea condensatoarelor

Realizarea circuitelor radio necesită gruparea condensatoarelor în diferite feluri. Dar, ca şi în cazul rezistenţelor, există trei tipuri de scheme după care ele se pot grupa : în serie, în paralel (derivaţie) şi mixt.

De la început trebuie spus — şi este bine de reţinut — că formulele utilizate sînt identice cu cele de la gruparea rezistenţelor, cu corectivul că în timp ce la înserierea rezistenţelor se obţinea o rezistenţă totală ce exprima suma lor, iar la gruparea rezistenţelor în paralel, rezistenţa totală era mai mică decît cea mai mică rezistenţă grupată, în cazul condensatoarelor lucrurile sînt exact invers. Pentru obţinerea rezultatelor corecte trebuie să se lucreze cu aceleaşi unităţi de măsură (pF, nF, μF), altfel rezultatele sînt eronate.

Gruparea în serie. Condensatoarele se leagă în lanţ (fig. 24-*a*). Capacitatea totală se calculează după formula :

$$\frac{1}{C_{tot}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \frac{1}{C_4} + \ldots + \frac{1}{C_n}$$

Calculul este identic cu cel prezentat la gruparea rezistenţelor în paralel.

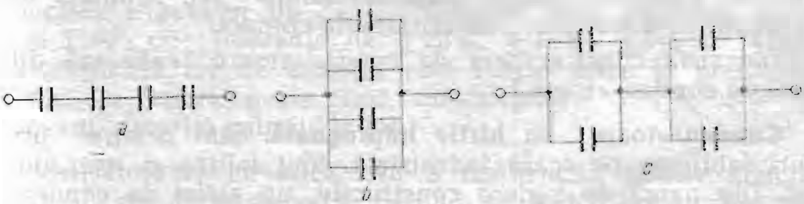


FIG. 24

In cazul a două condensatoare, relaţia se simplifică mult, devenind :

$$C_{tot} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

Gruparea în paralel (derivaţie). Condensatoarele se leagă toate la două puncte comune (fig. 24-*b*). În cazul acesta capacitatea totală va fi egală cu suma tuturor capacităţilor, conform formulei :

$$C_{tot} = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + \ldots + C_n$$

Gruparea mixtă (în serie şi paralel). Ca şi în cazul rezistenţelor, circuitul poate cuprinde grupuri de condensatoare grupate atît în serie, cît şi în paralel. Pentru calculul capacităţii totale se calculează întîi valoarea totală a capacităţilor în paralel din cele două grupuri, apoi acestea se înseriază (fig. 24-c).

Condensatoare fixe

Condensatoarele sînt elemente de circuit nelipsite din montajele radio, fie că sînt simple sau complicate. În radiotehnică ele sînt folosite pentru realizarea circuitelor acordate, pentru blocarea curentului continuu, pentru filtrare, pentru obţinerea impulsurilor etc.

Larga lor utilizare a determinat apariţia mai multor feluri de condensatoare. Principala lor clasificare se face după natura dielectricului, dar se pot clasifica şi în funcţie de construcţie, de regimul de lucru etc. În general, pentru necesităţile radioamatorilor, condensatoarele pot fi împărţite în : *condensatoare fixe*, *condensatoare variabile* şi *condensatoare ajustabile* (trimeri).

In cele ce urmează ne vom ocupa de condensatoarele fixe. Acestea sînt caracterizate prin faptul că au o valoare bine determinată şi relativ invariabilă în timp. Ca aspect, arată ca nişte cilindri, tubuleţe, pastile dreptunghiulare sau rotunde, fiecare prevăzute cu două terminale (sîrme) de contact.

Industria constructoare de condensatoare realizează diferite feluri de condensatoare fixe.

Condensatoare cu hîrtie impregnată. Sînt printre primele tipuri fabricate pe scară industrială. Sînt ieftine şi uşor de realizat. Din punct de vedere constructiv, un astfel de condensator este format din două benzi metalice subţiri (armături) izolate cu cîteva straturi de hîrtie subţire impregnată (dielectric). Ansamblul se rulează sub formă de bobină cilindrică şi se înglobează în material plastic sau se introduce în tuburi metalice etanşate cu garnituri de cauciuc, prin care trec terminalele.

Datorită simplităţii, condensatoarele cu hîrtie sînt ieftine. Au o rezistenţă de izolaţie, o rigiditate dielectrică şi o tangentă

a unghiului de pierderi de valoare medie. Principalul lor dezavantaj îl constituie îmbătrînirea dielectricului, fapt ce duce la modificarea în timp a parametrilor electrici. Se folosesc în circuite de blocare, de cuplaj, de filtrare în audiofrecvenţă.

Condensatoare cu hîrtie metalizată. Se deosebesc de primele prin faptul că în locul benzilor metalice se folosesc două straturi subţiri de metal (aluminiu sau zinc de 0,1 μ) depuse pe hîrtie prin metoda volatilizării. Condensatorul cu hîrtie metalizată are proprietatea să se regenereze sau să se „autocicatrizeze", fenomen care constă în restabilirea rigidităţii dielectrice după străpungere. Aceasta se realizează chiar în momentul scurtcircuitării armăturilor, deoarece atunci curentul încălzeşte puternic locul unde s-a produs străpungerea şi volatilizează metalul pe o porţiune suficientă ca să înlăture scurtcircuitul. Faţă de condensatoarele cu hîrtie impregnată, aceste condensatoare au dimensiuni mult mai mici. În general, se fabrică, condensatoare cu hîrtie metalizată pentru tensiuni mai mari de 150 *V* curent continuu şi cu capacităţi cuprinse între 1 000 *pF* şi 100 *μF*.

Sînt utilizate în circuitele de filtrare care necesită capacităţi mari şi gabarit redus; uneori pot fi folosite şi în circuitele de cuplaj de audiofrecvenţă.

Condensatoarele peliculare. Sînt formate din două benzi de aluminiu între care se introduc cîteva pelicule foarte subţiri de material plastic. Ansamblul este rulat sub formă de bobină, ca în cazul condensatoarelor cu hîrtie. Dimensiunile lor pot fi foarte mici, dacă în locul benzilor metalice se folosesc drept armături pelicule de material plastic metalizat. Faţă de condensatoarele cu hîrtie, stabilitatea lor în funcţionare este mult mai mare. Gama de capacităţi a acestui tip de condensator este cuprinsă între 80 *pF* şi 1 *μF*, cu toleranţe de ±20%, ±10%, ±5% şi chiar ±1%. Rezistenţa lor de izolaţie este foarte mare şi pierderile foarte mici, în raport cu ale altor condensatoare. Sînt folosite tot mai frecvent, datorită calităţilor lor.

Condensatoarele cu mică. Au o construcţie relativ simplă, fiind formate din foiţe de mică, pe care se aplică armăturile prin presare sau prin metalizare; terminalele se lipesc direct pe armături. Pentru a spori stabilitatea capacităţii, condensatorul este acoperit cu ceruri minerale sau este ermetizat în material plastic. Au pierderi reduse şi capacitatea stabilă. De aceea se folosesc în circuite de radiofrecvenţă, în circuite rezonante, în circuite de blocare, de decuplare, de filtrare, de cuplaj. Condensatoarele

cu gabarit mic au marcate caracteristicile pe corpul lor, folosind codul culorilor.

Condensatoarele ceramice. Sînt condensatoare de calitate superioară, cu multiple aplicații practice. În principiu, sînt formate dintr-un suport ceramic argintat pe două fețe, pelicula de argint constituind armăturile, iar suportul ceramic dielectricul. Condensatorul propriu-zis este acoperit cu un strat protector de rășină. După formă se întîlnesc condensatoare ceramice: tubulare, plachete, discuri, pastile, perle etc. Caracteristicile lor sînt marcate „în clar" (dacă dimensiunile permit) sau în codul culorilor. Condensatoarele ceramice se folosesc în special acolo unde pierderile trebuie să fie mici, iar stabilitatea capacității bună. Sînt însă fragile; nu pot suporta șocuri și vibrații. Condensatoarele ceramice sînt utilizate la realizarea grupurilor „de compensare", alcătuite din condensatoare tubulare, unele cu variație a capacității în plus, altele în minus. Deoarece ele își schimbă constanta dielectrică în funcție de temperatură (unele în plus, altele în minus), practic capacitatea lor nu se schimbă odată cu variația temperaturii; de aceea se numesc „de compensare".

Condensatoarele electrolitice. Sînt condensatoare deosebite fundamental de celelalte tipuri descrise pînă aici, atît din punct de vedere constructiv, cît și din punct de vedere al proprietăților electrice.

In funcție de construcție, condensatoarele electrolitice se împart în: umede, semiumede și uscate. Astăzi în radiotehnică se folosesc cel mai mult condensatoarele semiumede și uscate. Principial, construcția unui condensator electrolitic semiuscat se prezintă astfel: electrodul pozitiv (anodul) este reprezentat printr-o folie de aluminiu netedă sau cu asperități, pe care s-a format electrolitic un strat foarte subțire de oxid de aluminiu. Acesta constituie dielectricul condensatorului. Peste folia de aluminiu oxidată se așază separatorul, constituit din benzi de hîrtie subțire impregnată cu electrolit. În sfîrșit, deasupra se așază o altă folie de aluminiu (neoxidată). De reținut că electrodul negativ (catodul) este electrolitul, folia de aluminiu neavînd alt rol decît acela de bornă electrică, ea constituind elementul de contact cu electrolitul. Foliile și hîrtia impregnată se rulează sub formă de bobină și se introduc într-un tub de aluminiu (fig. 25). Anodul și catodul sînt marcați distinct cu + și —, fiecare fiind prevăzut cu cîte o bornă (cosă) de contact. Cînd condensatorul nu are decît o singură bornă, aceea reprezintă anodul (chiar cînd nu este marcat), catodul fiind chiar carcasa metalică. În cazul acesta

catodul se conectează la carcasă prin intermediul unei piuliţe ce se înşurubează pe gîtul filetat al condensatorului.

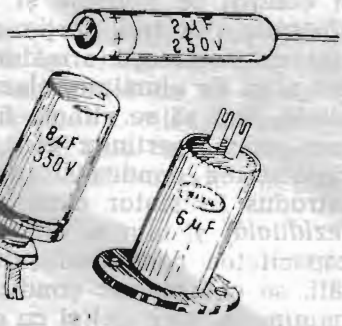


FIG. 25

Ca urmare a utilizării unui dielectric foarte subţire (oxidul), pot fi realizate condensatoare cu capacităţi foarte mari (de la cîţiva μF la mii de μF), lucrînd la tensiuni variate (de la cîţiva V la sute de V). Cu cît tensiunea de lucru este mai mare, cu atît cresc dimensiunile condensatorului pentru aceeaşi capacitate.

Spre deosebire de celelalte condensatoare, care prezintă rezistenţe electrice foarte mari în curent continuu, condensatoarele electrolitice au rezistenţe electrice interne mai mici, permiţînd trecerea prin ele a unor intensităţi reduse de curent, numit „curent de fugă". Curentul de fugă este cu atît mai mare cu cît capacitatea şi tensiunea de serviciu a condensatoarelor sînt mai mari.

Astăzi se folosesc în practica radio condensatoare electrolitice de diferite capacităţi şi tensiuni de lucru, precum şi de diferite mărimi. De la apariţia tranzistoarelor s-a început şi fabricarea condensatoarelor electrolitice miniaturale, care, la un gabarit redus, pentru tensiuni de lucru mici, au capacităţi foarte mari.

Condensatoarele electrolitice cele mai moderne se confecţionează cu foi metalice de tantal, în locul celor de aluminiu. Aceste condensatoare sînt caracterizate prin dimensiuni extrem de reduse, curenţi de fugă foarte mici şi o bună stabilitate în timp a capacităţii.

Condensatoarele electrolitice au o largă întrebuinţare în radiotehnică, fiind utilizate în circuitele de filtrare, de decuplare etc. Branşarea lor în montaje trebuie făcută cu grijă, deoarece sînt polarizate (există şi condensatoare electrolitice semipolarizate şi nepolarizate, dar ele au întrebuinţări reduse în radio), neputînd fi folosite decît în curent continuu. Nerespectarea polarităţii duce la distrugerea condensatorului (străpungere, clacare).

Condensatoare variabile

In afara condensatoarelor cu capacitate fixă, în construcţia radioreceptoarelor, radioemiţătoarelor, a unor aparate de măsurat

şi control se folosesc şi condensatoare variabile. Acestea sînt alcătuite din trei părţi: rotorul, statorul şi carcasa. Rotorul şi statorul formează armăturile condensatorului. Ele sînt alcătuite din plăci de aluminiu, alamă, cupru ce se pot intercala unele între altele, fără să se atingă, fiind izolate printr-un dielectric oarecare (aer, mică, pertinax etc.). Prin introducerea rotorului în stator capacitatea condensatorului se modifică: cînd rotorul nu este introdus în stator capacitatea este minimă (se mai numeşte şi *reziduală*) şi invers, cînd rotorul este introdus complet în stator capacitatea condensatorului este maximă. În funcţie de necesităţi, se construiesc condensatoare variabile de diferite capacităţi (minime şi maxime) şi cu diferiţi dielectrici.

După profilul plăcilor ce alcătuiesc rotorul, condensatoarele se împart în mai multe categorii (fig. 26): *a* — cu variaţie liniară de capacităţi; *b* — cu variaţie liniară de lungime de undă; *c* — cu variaţie liniară de frecvenţă; *d* — cu variaţie logaritmică de capacitate. Primul tip, cu plăcile rotorului semicirculare şi cu axul dispus în centru, a fost printre primele construite şi utilizate în radio. El s-a dovedit însă necorespunzător, deoarece capacitatea variind proporţional cu unghiul de rotire, staţiile radio se îngrămădeau la începutul cursei, îngreunînd separarea lor. Azi, cele mai folosite sînt condensatoarele cu variaţie logaritmică de capacitate, deoarece înlătură defectul amintit şi permit desfăşurarea staţiilor pe întreaga lor cursă.

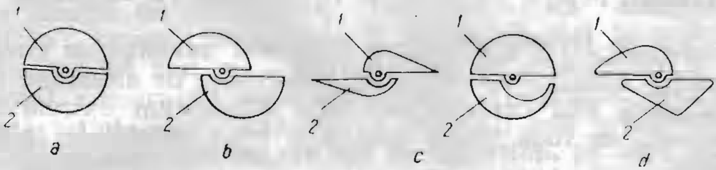


FIG. 26

Condensatoare variabile cu aer. Dielectricul dintre rotorul şi statorul acestui tip de condensator îl formează aerul. Se caracterizează în general prin pierderi mici. Sînt folosite în circuitele acordate, unde este necesar să se obţină frecvenţe variabile. Capacitatea lor este în funcţie de numărul şi dimensiunile plăcilor. În vederea obţinerii unui acord perfect cu posturile marcate pe scală, plăcile periferice ale statorului sînt prevăzute cu nişte decupări, care permit îndoirea segmentelor de rotor în afară sau înăuntru, variind astfel capacitatea condensatorului.

Pentru necesități practice, mai ales în montajele superheterodină, se folosesc blocuri sau agregate de două sau trei condensatoare cu aer montate pe același ax, astfel ca să poată fi comandate simultan (fig. 27). În felul acesta se realizează acordul simultan al mai multor circuite. De obicei blocurile cuprind 2×500 *pF* sau 3×500 *pF*; există însă și blocuri formate din condensatoare cu capacități deosebite.

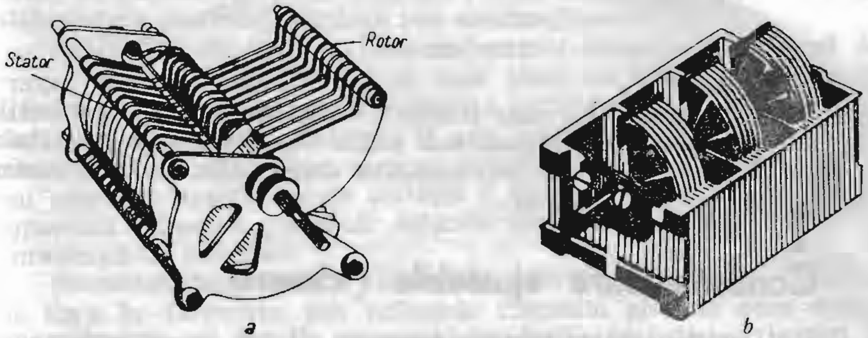


FIG. 27

In vederea realizării unor circuite acordate de calitate, condensatorul variabil cu aer trebuie să fie robust, să fie bine izolat, iar contactul electric dintre rotor și borna sa să fie permanent.

Pentru domeniul undelor scurte se folosesc diferite alte tipuri de condensatoare cu aer, a căror capacitate maximă este însă mai mică de 500 *pF*. O caracteristică a acestora o formează buna izolare electrică a armăturilor (cu calit, micalex etc.) și dimensiunile mai reduse, pentru ca pierderile în dielectric să fie minime.

In afara condensatoarelor cu forme „clasice", în domeniul undelor scurte se întîlnesc condensatoare variabile cu aer „fluture" (fig. 28-*a*), „diferențial" sau „compensator" (*b*) etc. Adeseori, radioamatorii construiesc în regim propriu condensatoare variabile pentru stațiile lor.

Condensatoare variabile cu dielectric solid. Sînt condensatoare variabile în care rotorul este izolat de stator prin dielectric solid (mică, pertinax, trolitul, stiroflex etc.). Acest tip de condensator variabil este întîlnit frecvent în radioreceptoarele cu amplificare directă, la dozarea reacției, sau în cele tranzistorizate,

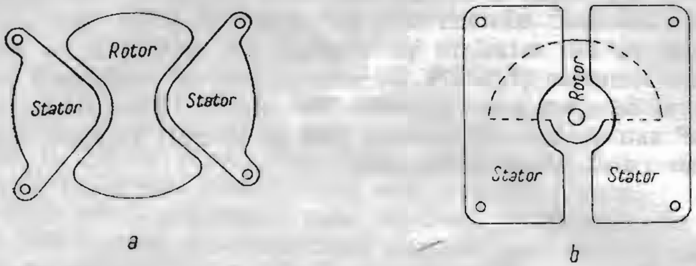


FIG. 28

portabile. Utilizarea lor este limitată la circuitele unde pierderile de radiofrecvenţă interesează mai puţin. Au dimensiuni mai mici decît condensatoarele cu aer, valoarea capacităţii lor fiind curent cuprinsă între 250 şi 500 *pF*.

Condensatoare ajustabile (trimeri)

Sînt condensatoare variabile asupra cărora nu se acţionează curent, ci — folosindu-se şurubelniţa sau o cheie specială tubulară — se reglează pentru o anumită valoare, ulterior nemaiacţionîndu-se asupra lor decît numai în cazul cînd se revine asupra reglării. În general sînt folosite în montajele tip superheterodină pentru anihilarea capacităţilor parazite; de asemenea, în circuitele oscilante din etajele de radiofrecvenţă ale emiţătoarelor de mică putere. Trimerii se fabrică în diferite forme constructive şi de diferite valori, cuprinse în general între 5 *pF* şi 100 *pF*. Adeseori, radioconstructorii îi înlocuiesc cu trimeri realizaţi în regim propriu, prin bobinarea unui conductor de cupru izolat, nu prea gros, pe o bucată de conductor de cupru de 1 mm diametru şi 2—4 cm lungime. Un capăt al conductorului gros reprezintă o armătură a trimerului, iar capătul corespunzător al firului bobinat cealaltă armătură. Celelalte două capete sînt lăsate libere.

Cîteva caracteristici

In afară de capacitate — principala caracteristică a condensatoarelor — radioconstructorul trebuie să mai cunoască şi altele, ca de exemplu: străpungerea dielectricului, rezistenţa de izolaţie, pierderile în dielectric, reactanţa capacitivă, constanta de timp.

Străpungerea dielectricului. Dacă se aplică unui condensator o tensiune mai mare decît valoarea critică, dielectricul acestuia se distruge. Fenomenul se numeşte *străpungere* sau *clacare*. Tensiunea la care se produce străpungerea poartă numele de *tensiune de străpungere*, iar valoarea intensităţii cîmpului de *rigiditate dielectrică*.

Străpungerea dielectricilor lichizi se datoreşte unor procese termice şi de ionizare. De aceea, în cazul condensatoarelor electrolitice, acestea trebuie exploatate în regim normal, ca să se evite încălzirea lor peste normal. Dielectricii solizi pot suferi străpungere electrică, termică sau electrochimică.

Rezistenţa de izolaţie. Un condensator încărcat la o sursă de curent continuu, deconectat şi apoi lăsat un timp, se descarcă, treptat, complet. Aceasta se explică prin existenţa unui curent de scurgere printre armături. El este determinat de existenţa în dielectric, a ionilor liberi care se deplasează sub influenţa cîmpului electric. Rezistenţa de izolaţie a condensatorului se obţine raportînd valoarea tensiunii aplicate condensatorului la valoarea curentului de scurgere.

Pierderile în dielectric reprezintă energia disipată pe unitatea de timp în dielectric, sub influenţa cîmpului electric care determină încălzirea lui. În general, pierderile în dielectric pot fi grupate în: pierderi condiţionate de polarizare; pierderi prin conductibilitate electrică de scurgere; pierderi datorită neomogenităţii structurale; pierderi de ionizare. Factorul de pierderi ($tg\,\delta$) este tangenta unghiului de pierderi (δ fiind unghiul complimentar al unghiului dintre vectorul curentului şi vectorul tensiunii alternative). Acest factor trebuie să fie cît mai mic.

Reactanţa capacitivă. Rezistenţa opusă de un condensator trecerii curentului alternativ poartă numele de *reactanţă capacitivă* (X_C). Valoarea ei se dă în ohmi. Reactanţa capacitivă poate fi determinată cu relaţia:

$$X_C = \frac{1}{\omega C}$$

în care:

ω = pulsaţia ($2\pi f$);
C = capacitatea condensatorului, în F.

Asupra reactanţei capacitive vom mai reveni în capitolul privitor la curentul alternativ.

Constanta de timp. Prin aceasta se înţelege cantitatea de timp (în secunde) necesară pentru încărcarea unui condensator pînă la o valoare egală cu 63% din tensiunea aplicată la borne. Încăr-

carea (ca şi descărcarea condensatorului) nu se face liniar, ci logaritmic. Constanta de timp (T) se poate determina cu relaţia:

$$T = CR$$

în care:

C = capacitatea condensatorului, în μF;
R = o rezistenţă, în MΩ.

De exemplu, dacă se conectează în serie un condensator de 3 μF cu o rezistenţă de 0,5 MΩ, constanta de timp va fi:

$$T = CR = 3 \times 0{,}5 = 1{,}5 \ s.$$

Expresia ne spune că, în cazul cînd la capetele circuitului alcătuit din condensator şi rezistenţă se aplică o tensiune, de pildă, de 100 V, condensatorul va avea pe armături o tensiune de 63 V (adică 63% din cea aplicată) abia după 1,5 secunde. Prin aceeaşi rezistenţă el se va descărca pînă la tensiunea de 37 V (diferenţa dintre 63% şi 100%) tot în 1,5 secunde. Constanta de timp poate fi modificată de rezistenţa internă a condensatorului şi nu depinde de tensiunea ce se aplică circuitului RC.

Notarea şi marcarea condensatoarelor

Pe scheme, în funcţie de tipul lor, condensatoarele se figurează aşa cum se arată în figura 29: *1* — reprezintă simbolul capacităţii, în general, şi al condensatorului fix, în particular; *2* — reprezintă condensatorul electrolitic polarizat; *3* — con-



Fig. 29

densatorul ajustabil (trimer); *4* — condensatorul variabil; *5* — un bloc de două condensatoare variabile.

Valoarea condensatoarelor figurate pe scheme se scrie alături. În general, lîngă fiecare condensator se notează prescurtat valoarea sa, în aşa fel ca să nu se creeze confuzii.

Adeseori valorile cuprinse între 1 şi 9 999 pF se scriu lîngă simbolul condensatorului sub formă de număr întreg, fără a se

mai nota unitatea de măsură (*pF*). În text, un condensator de 470 *pF* va fi notat, conform acestei convenţii, $C = 470$, iar pe schemă lîngă simbol se va trece doar 470.

Condensatoarele cu valoare mică, de ordinul unităţilor şi fracţiunilor de unităţi, vor fi notate şi pe schemă întreg, adică se va trece valoarea urmată de unitatea de măsură. De exemplu: 8,5 *pF*. Aceasta, pentru a nu se confunda cu valorile exprimate în microfarazi.

În microfarazi sau fracţiuni de microfarad se exprimă capacităţile cu valoarea mai mare de 10 000 *pF* (adică 0,01 *μF*). Indiferent că avem de-a face cu un număr întreg de microfarazi ori cu fracţiuni, notaţia se face sub formă zecimală, fără a se mai trece şi unitatea de măsură (*μF*). Adică se notează numărul întreg de unităţi, se pune virgulă, apoi zecimalele. Exemplu: 8,5. Cînd valoarea n-are fracţii se notează unităţile întregi, se pune virgulă şi apoi un zero (ca să nu se confunde eventual cu *pF*). Exemplu: 8,0. In sfîrşit, cînd valoarea n-are unităţi întregi, ci numai fracţii, se notează un zero, se pune virgula, apoi zecimalele. Exemplu: 0,8. In toate aceste trei cazuri se înţelege: $C_1 = 8{,}5\ \mu F$; $C_2 = 8{,}0\ \mu F$; $C_3 = 0{,}8\ \mu F$.

În schemele străine şi vechi valorile cuprinse între 1 000 *pF* şi 99 000 *pF* sînt adeseori notate astfel: se trece un număr care reprezintă pe cel al miilor şi se aşază lîngă el literele *T* sau *K* (de la: tausend=mie, în lb. germană; kilo=mie, în lb. greacă). Exemplu: $C_1 = 1\ T$ sau *1 K*; $C_2 = 99\ T$ sau *99 K*; înseamnă 1 000, respectiv, 99 000 *pF*.

Condensatoarele variabile şi ajustabile sînt notate fie prin valoarea maximă a capacităţii lor, fie prin valorile lor minime şi maxime, exprimate în *pF*, fără ca unitatea de măsură să mai fie menţionată. Exemplu: 500 sau 30; 17...500 sau 5...30. În cazul blocurilor de condensatoare, acestea se notează astfel: $C_1C_2 = 2 \times 500$ sau $C_1C_2C_3 = 3 \times 500$, înţelegîndu-se că este vorba, în primul caz, de un bloc format din două condensatoare variabile de cîte 500 *pF* valoare maximă, fixate pe acelaşi ax. În al doilea caz, blocul este alcătuit din trei condensatoare variabile de cîte 500 *pF*.

Pentru realizarea schemelor radioamatorul foloseşte o multitudine de condensatoare, cu valori diferite. Pe fiecare sînt marcate — după un anumit cod, ce diferă de la un standard la altul sau de la o fabrică la alta — valorile ce-l caracterizează.

Majoritatea fabricilor europene folosesc pentru marcarea condensatoarelor normale codul cifric (marcarea în clar), format din numere ce exprimă diferite valori.

În general, orice condensator trebuie să aibă notat pe el cel puţin două valori: capacitatea şi tensiunea normală de lucru. Capacitatea se exprimă în *pF*, *nF* sau *µF*, iar tensiunea în *V*. Exemplu: 4 700 *pF*/500 *V* sau 4 700 *pF*×500 *V*.

Unele fabrici folosesc aşa-numitul „cod al culorilor", asemănător cu cel folosit la marcarea rezistenţelor. Codul culorilor este utilizat pe scară mondială şi pentru marcarea condensatoarelor fixe miniatură, pe a căror suprafaţă nu se pot marca în clar (cifric) valorile.

Codul culorilor poate fi marcat pe condensator fie prin puncte (ca în cazul condensatoarelor cu mică de gabarit redus), fie prin benzi circulare. Conform codului prezentat în tabelul 8, cele şase puncte sau benzi circulare de diferite culori au următoarea semnificaţie. Primele trei puncte (cerculeţe) reprezintă valoarea capacităţii în *pF* (primul zecile, al doilea unităţile, iar al treilea numărul de zerouri, fapt pentru care este numit şi *factor de înmulţire*), al patrulea punct (cerculeţ) indică clasa de precizie a condensatorului (dacă lipseşte, precizia este ±20%), al cincilea reprezintă valoarea tensiunii de lucru, iar al şaselea valoarea coeficientului de temperatură. Codul toleranţelor arată: auriu ±5%, argintiu ±10%, roşu sau fără culoare ±20%.

Tabelul 8

Culoarea	Punctele 1 şi 2	Punctul 3	Liniuţa sau punctul 4	Punctul 5	Punctul 6
Negru	0	—	—	250	A
Cafeniu	1	1	—	500	B
Roşu	2	2	—	100	C
Portocaliu	3	3	—	—	—
Galben	4	4	—	—	—
Verde	5	5	—	—	—
Albastru	6	6	—	—	—
Violet	7	—	—	—	—
Cenuşiu	8	0,1	—	—	—
Alb	9	0,01	—	—	—
Auriu		—	±5%	—	—
Argintiu		—	±10%	—	—
Fără culoare	—	—	±20%	—	—

Pentru memorarea ordinii culorilor şi a valorilor fiecăruia, recomandăm radioconstructorilor memorarea lor după fig. 12, reprezentată în capitolul privitor la rezistenţe.

Ca citirea să se facă fără greşeală, ordinea citirii şi interpretării culorilor pe condensatoare se face conform săgeţilor trasate

între puncte. Menţionăm că în cazul condensatoarelor cu mică, adeseori nu toate cele 6 indicaţii (puncte) sînt marcate pe o faţă, ci pe una sînt trecute 4 puncte (uneori 3+1 linie, care reprezintă a patra indicaţie de culoare), iar pe cealaltă două puncte.

Criterii privind alegerea condensatoarelor

În vederea realizării montajelor, radioconstructorul trebuie să ştie să-şi aleagă condensatoarele ţinînd seama de o serie de criterii. Desigur, în primul rînd se va avea în vedere valoarea capacităţii şi tensiunea de lucru, fără însă a se neglija calitatea dielectricului, ori alte caracteristici.

Referitor la valoarea nominală a capacităţii — înscrisă pe condensator în clar sau prin codul culorilor — se va urmări respectarea indicaţiilor date în lista de materiale sau direct pe schemă. În general, gama de toleranţe a condensatoarelor este foarte largă, aşa că se pot utiliza, în unele cazuri, condensatoare cu valori apropiate. De exemplu, în circuitele de filtrare (redresor, negativare, decuplarea ecranului etc.), toleranţele admise condensatoarelor cu hîrtie sau electrolitice ajung pînă la 100%. Totuşi, în anumite etaje (de amestec, schimbător de frecvenţă) valorile condensatoarelor sînt critice şi trebuie să corespundă celor indicate.

În privinţa gabaritului, se vor alege condensatoarele funcţie de dimensiunile ce le va avea montajul. În cazul montajelor cu semiconductoare se vor folosi condensatoare miniaturale.

Tensiunea de lucru a condensatoarelor se alege în funcţie de rolul acestora în montaj. În cazul utilizării lor într-un circuit cu tensiuni alternative, se vor folosi condensatoare capabile să suporte valoarea maximă a tensiunii. Dacă un condensator este supus simultan şi unei tensiuni continue, valoarea tensiunii sale de lucru trebuie aleasă astfel ca să reprezinte suma celor două tensiuni. Astfel de cazuri se întîlnesc în circuitele de filtraj ale radioreceptoarelor şi radioemiţătoarelor. În cazul condensatoarelor de cuplaj dintre etaje — unde se aplică atît tensiunea continuă de alimentare a tuburilor, cît şi o tensiune alternativă, cel mult egală cu cea continuă — tensiunea de lucru va fi egală cu minimum dublul valorii tensiunii continue.

Pentru decuplarea grilelor-ecran la montajele cu tuburi, condensatoarele cu dielectric de hîrtie trebuie să fie neinductive, caracteristică marcată printr-un inel sau prin semnul de masă aşezat lîngă terminala ce urmează a fi lipită la masă.

În circuitele oscilante se vor folosi condensatoare de calitate, cu dielectric aerul (în cazul celor variabile), mică sau ceramică. Factorul lor de pierderi (tg. δ) trebuie să fie cît mai mic. În cazul condensatoarelor variabile monobloc, cu 2—3 secțiuni, se verifică în prealabil integritatea plăcilor rotorului și statorului, care

Tabelul 9

Rolul condensatorului	Dielectricul utilizat	Valorile uzuale	Toleranțe admise %
Variabil, pentru acord	aer	max. 300... 500 pF	0,5 între secțiuni
De reacție	mică	200...500 pF	—
Decuplare în dispozitivul RAA	mică sau hîrtie de calitate f. bună	0,01...0,1 μF	±20
De decuplare a grilei-ecran	hîrtie	0,05...2 μF	±20
De decuplare a rezistenței de catod, în etaj de RF	hîrtie	0,05...0,1 μF	±20
De decuplare a rezistenței de catod, în etaj de AF	electrolitic	10...100 μF	±50
Deparazitare rețea	hîrtie	0,005...0,1 μF	±30
Filtrarea alimentării de la rețea	electrolitic	8...50 μF	±100
Celulă de decuplare a tensiunii anodice, în etaj RF	hîrtie	0,05...0,1 μF	±30
Celulă de decuplare a tensiunii anodice, în etaj AF	hîrtie sau electrolitic	0,1...8 μF	±30
De detecție	mică sau ceramică	50...200 pF	±30
Cuplaj între etaje AF	hîrtie	0,005...0,02 μF (excepțional și mai mare)	±20
Etaj detector cu reacție și etaj oscilator superheterodină	mică sau ceramică	100...200 pF	±20
Condensator ajustabil (pader) pentru unde lungi și unde medii	mică sau ceramică	150...700 pF	±2
Condensator ajustabil (pader) pentru unde scurte	mică	0,002...0,01 μF	±5
Condensator ajustabil (trimer)	mică sau ceramică	5...60 pF	—
Pentru acord pe frecvență intermediară	aer, mică sau ceramică	50...500 pF	±2

nu trebuie să se atingă. Axul rotorului trebuie să se rotească lin, fără salturi. Dacă se aplică la borne o tensiune alternativă de 500 V, la rotirea axului rotorului nu trebuie să se observe scîntei între plăci. Reglarea capacității între limitele impuse se poate

face acţionînd asupra decuplărilor de pe rotor (apropiindu-le sau depărtîndu-le de plăcuţele statorului), pînă se obţine valoarea dorită. Între secţiuni toleranţa admisă este de maximum 0,5% din valoarea nominală.

În pagina 92 prezentăm, după *Practica radioreceptoarelor*, de Tiberiu Deutsch, un tabel cu valorile uzuale ale condensatoarelor folosite în radioreceptoare. Desigur, valorile sînt informative, dar ele indică locurile unde radioamatorul urmează să acorde o atenţie mai mare în folosirea unor anumite condensatoare. Atragem atenţia, în special, asupra toleranţelor admise. Putem spune că sînt critice doar valorile unor condensatoare folosite în circuitele etajului schimbător de frecvenţă şi ale celui amplificator de frecvenţă intermediară din montajele superheterodină. În rest, toleranţele sînt destul de mari.

Magnetism şi electromagnetism

Despre magneţi permanenţi

Încă din vremuri imemoriale oamenii au constatat că unele minereuri au proprietatea de a atrage obiecte din oţel. Astăzi, aceste materiale se numesc *magneţi naturali*, iar proprietatea lor de a atrage — *magnetism*.

Cum magneţii naturali au magnetism slab, în practică se folosesc numai *magneţi artificiali*. Un astfel de magnet se obţine frecînd, într-un singur sens, o bucată de oţel cu un magnet natural. Procedeul nu este folosit în practică, industria utilizînd pentru fabricarea magneţilor curentul electric.

Cîteva experienţe simple ne vor permite reamintirea cîtorva noţiuni. Să apropiem un magnet de o bucată de oţel moale. Aceasta va fi atrasă şi va atrage la rîndul său alte corpuri din oţel. Dacă se îndepărtează magnetul bucata de oţel moale îşi pierde proprietatea magnetică; deci capătă *magnetism temporar*. Apropiind însă încet magnetul de bucata de oţel moale pînă la o anumită distanţă, vom constata că, fără s-o atingă, bucata de oţel moale capătă proprietăţi magnetice.

Dacă se foloseşte o bucată de oţel tare, fenomenele se petrec întocmai, cu singura diferenţă că după îndepărtarea magnetului, bucata de oţel îşi păstrează magnetismul, devenind ea însăşi magnet. Spunem că bucata de oţel a păstrat un *magnetism remanent*. Forţa care magnetizează oţelul se numeşte *forţă coercitivă*, iar materialele care au proprietatea de a se magnetiza, materiale *„feromagnetice"*.

Magneţii artificiali, fabricaţi din oţeluri şi aliaje speciale, se mai numesc şi *magneţi permanenţi*. Proprietăţile magnetice ale acestora sînt mult superioare celor naturali. În plus, au avantajul că pot fi produşi sub diferite forme.

După cum se ştie, un magnet are doi poli: *nord* şi *sud*. Aici se manifestă cel mai puternic magnetismul. Ca şi în cazul sarcinilor electrice, polii de acelaşi semn se resping, iar cei de semn

contrar se atrag. Dacă o bară magnetică este tăiată în două, se obţin doi magneţi, fiecare cu cîte un pol nord şi unul sud. Oricît de mărunt ar fi tăiată bara, fiecare bucăţică va fi prevăzută cu un pol nord şi unul sud. Deci, oricît ne-am strădui, nu se poate obţine un magnet cu un singur pol, aceasta fiind o imposibilitate.

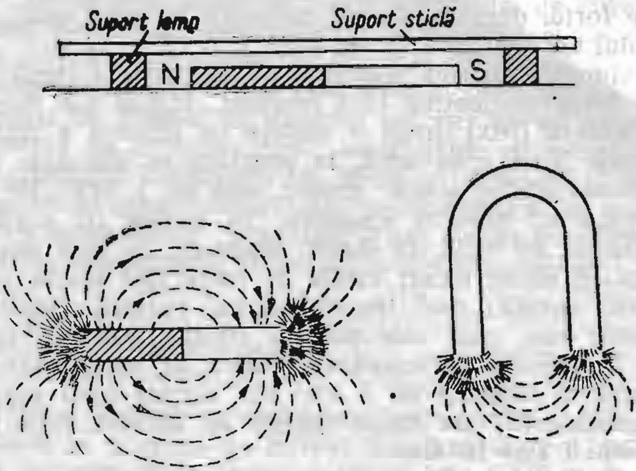


FIG. 30

Dacă se aşază un magnet sub o placă de sticlă şi se presară pe ea pilitură de fier, aceasta se distribuie uniform sub influenţa magnetului, formînd o figură caracteristică, numită *spectru magnetic* (fig. 30). Acesta este format din nişte linii, clare şi numeroase, care leagă între ei polii magnetului. De aceea liniile create prin aşezarea piliturii de fier sub influenţa magnetului poartă numele de *linii de forţă magnetică.*

Figura formată prin aşezarea piliturii permite să se tragă anumite concluzii referitoare la forţa magnetică. Valoarea acesteia este mai mare acolo unde liniile de forţă sînt mai dese, şi invers. Aşadar, ele oferă o imagine a repartizării forţelor magnetice în jurul magnetului.

Întregul spaţiu în care se manifestă forţa magnetică a unui magnet poartă numele de *cîmp magnetic de forţă* sau *cîmp magnetic.* Ca şi cîmpul electric, cîmpul magnetic se propagă în spaţiu, de la locul unde se produce, cu viteza luminii (cca 300 000 km/s). El se extinde peste tot în jurul magneţilor, existînd şi în interiorul lor, şi, în general, în interiorul oricărei substanţe aflate sub acţiunea lor.

Din cele prezentate ne-am putut da seama de importantul rol ce-l au liniile de forţă, aflate peste tot unde există un cîmp magnetic. De aceea rezultă că, fără excepţie, toate acţiunile cîmpului magnetic trebuie privite ca o consecinţă a proprietăţilor liniilor de forţă magnetică ale cîmpului. Un grup de linii de forţă magnetică, oricît de mare sau mic ar fi, poartă numele de *flux magnetic* (Φ). Direcţia fluxului magnetic este aceeaşi ca a liniilor sale de forţă, deci în cîmpul magnetic al unui magnet fluxul iese din polul nord şi intră în cel sud.

Dimensiunile fluxului magnetic se determină după numărul liniilor de forţă magnetică ce-l compun. Iniţial s-a convenit să se ia *maxwell*-ul (*Mx*) drept o unitate de măsură a fluxului. Această unitate fiind prea mică, în practică se foloseşte *weber*-ul (*Wb*). Raportul dintre aceste unităţi este de 1 $Wb = 10^8$ *Mx*.

Observînd un spectru magnetic ne putem da seama, după aşezarea liniilor de forţă, că fluxul magnetic nu este peste tot la fel de dens. În unele locuri liniile de forţă sînt foarte apropiate, în altele din contră; deci densitatea lor variază. Densitatea de flux magnetic sau, cum este numită curent, *inducţia magnetică* (*B*), poate fi definită ca numărul liniilor de forţă care parcurg perpendicular o secţiune de 1 cm^2 din corpul unui magnet. Inducţia magnetică (*B*) are drept unitate de măsură *tesla* (*Te*) sau *gauss*-ul (*Gs*); 1 $Te = 10^4$ *Gs*.

În cazul fluxului magnetic al unui cîmp omogen, valoarea inducţiei magnetice se determină cu relaţia:

$$B = \frac{\Phi}{S}$$

în care:

B = inducţia magnetică, în *Te*;
Φ = fluxul magnetic, în *Wb*;
S = suprafaţa transversală a fluxului, în cm^2.

Din relaţia de mai sus se poate deduce fluxul magnetic, bineînţeles, în cazul cîmpului omogen:

$$\Phi = BS$$

Cunoaşterea inducţiei magnetice, în fiecare caz în parte, permite să aflăm mărimea fluxului magnetic cu care avem de-a face, utilizînd relaţia de mai sus.

Cîmpul magnetic al curentului

Experienţele au arătat că fenomenele magnetice şi cele electrice sînt în strînsă interdependenţă, deoarece orice curent elec-

tric este însoţit de fenomene magnetice. Astfel, un curent electric care străbate un conductor deviază din poziţia N—S acul magnetic al unei busole, demonstrînd prin aceasta că în jurul conductorului străbătut de curent apar forţe magnetice, adică se produce un cîmp magnetic. De aceea, studiul proprietăţilor magnetice ale curentului electric poartă numele de *electromagnetism.*

După cum se ştie, *solenoidul* este un sistem de curenţi circulari, paraleli, de acelaşi sens, aşezaţi echidistant şi concentric pe o axă mai lungă decît diametrul spirelor. În practică, solenoidul se realizează prin înfăşurarea mai multor spire pe un suport şi poartă numele de *bobină.* Solenoidul parcurs de un curent continuu îşi creează un cîmp magnetic asemănător cu cel al unei bare magnetice. Inducţia magnetică (B) dintr-un punct aflat în interiorul unui solenoid (sau bobină) este proporţională cu numărul de spire (N), cu intensitatea curentului (I) şi invers proporţională cu lungimea (l) a solenoidului (bobinei), μ fiind o constantă de material :

$$B = \mu \frac{NI}{l}$$

Dacă într-o bobină se introduce un miez de oţel moale şi se conectează la o sursă de curent continuu, fluxul magnetic al bobinei se va mări. Cifra care arată de cîte ori a crescut fluxul magnetic se numeşte *permeabilitate magnetică* a oţelului moale ; ea se notează, cum am văzut, cu litera grecească *miu* (μ). Permeabilitatea magnetică relativă (μr) se măsoară în *henry pe metru* (H/m).

Permeabilitatea aerului poate fi considerată egală cu 1 ; cea a corpurilor *paramagnetice* (substanţe ce se magnetizează slab, în acelaşi sens cu cîmpul magnetic) ceva mai mare ca 1, iar a corpurilor *diamagnetice* (substanţe ce se magnetizează slab, dar în sens contrar cîmpului magnetic) mai mică. În schimb, corpurile *feromagnetice* (fierul şi compuşii săi, anumite aliaje speciale etc.) au o permeabilitate de sute şi mii de ori mai mare decît a aerului. Aplicarea practică a acestor proprietăţi o întîlnim în cazul bobinelor cu miez magnetic, a transformatoarelor de reţea etc.

Ansamblul bobină cu miez de oţel moale formează un *electromagnet.* Mărimea magnetizării unui electromagnet se numeşte *forţă magnetomotoare* (F). Unitatea sa practică de măsură este *amper-spira* ($A.\ sp$) şi reprezintă produsul dintre numărul de spire ale bobinei (N) şi intensitatea curentului ce o străbate : $F = NI$.

Cîmpul magnetic al curentului poate fi pus în evidență, ca și în cazul magneților, cu ajutorul piliturii de fier, sub forma spectrelor magnetice, alcătuite din linii de forță magnetică.

În subcapitolul anterior, referitor la magneți, am reamintit unele noțiuni, pe care le vom completa cu altele în cele ce urmează, precizînd unele mărimi magnetice și unitățile lor de măsură.

Așa cum am mai spus, cîmpul magnetic posedă energie și exercită acțiuni. El reprezintă o formă fizică a materiei, manifestată prin forțe ce-și exercită acțiunea asupra magneților sau a conductoarelor parcurse de curent electric.

Experiențele au demonstrat că acțiunea cîmpului magnetic al unui curent asupra cîmpului magnetic al unui magnet este cu atît mai puternică, cu cît curentul este mai puternic. Forța cu care cîmpul curentului acționează asupra magnetului este determinată de numărul liniilor de forță magnetică a cîmpului creat de curent. Mărimea și direcția cîmpului într-un punct oarecare se exprimă prin valoarea *intensității cîmpului magnetic* (H). Unitatea de măsură a intensității cîmpului este *amper-spira pe metru* ($A. sp/m$) sau *oersted*-ul (Oe) ; 1 $A. sp/m = 0{,}01257$ Oe. Intensitatea cîmpului magnetic este definită ca : „numărul liniilor de forță care parcurg perpendicular o secțiune de 1 cm^2 în aer" sau, ceea ce este același lucru : „numărul liniilor de forță care se găsesc pe 1 cm^2 de secțiune transversală a cîmpului."

Inducția magnetică produsă de un curent într-un anumit punct depinde de natura mediului, adică de μ, de forma circuitului și intensitatea curentului, reprezentată prin $\frac{NI}{l}$. Deci, intensitatea cîmpului magnetic poate fi exprimată prin expresia :

$$H = \frac{NI}{l}$$

Și acum, după această sumară prezentare a cîtorva fenomene, relații și unități, oferim în cele ce urmează, sintetic, definițiile mărimilor magnetice.

Forța magnetomotoare (F) determină apariția cîmpului magnetic. Reprezintă produsul dintre intensitatea curentului (I) și numărul de spire (N). Unitatea de măsură practică : amper-spira ($A. sp$).

Intensitatea cîmpului magnetic (H) reprezintă mărimea forței magnetomotoare pe unitatea de lungime a liniei de forță magnetică. Unitatea de măsură practică : amper-spira pe metru ($A. sp/m$).

Fluxul magnetic (Φ) este definit de numărul liniilor de forţă magnetică care străbat o anumită suprafaţă sau de raportul dintre forţa magnetomotoare şi reluctanţă : $\Phi = \frac{F}{R_m}$. Unitatea de măsură practică : *weberul* (*Wb*).

Inducţia magnetică (B) reprezintă mărimea fluxului magnetic pe unitatea de suprafaţă sau produsul dintre permeabilitate şi intensitatea cîmpului magnetic $B=\mu H$. Unitatea de măsură practică, tesla (*Te*).

Permeabilitatea (μ) reprezintă raportul dintre inducţia magnetică (B) şi intensitatea cîmpului magnetic (H) ; $\mu = \frac{B}{H}$.

Permeabilitatea relativă (μr) este un număr care arată de cîte ori este mai mare permeabilitatea unui material decît permeabilitatea vidului.

Reluctanţa sau *rezistenţa magnetică* (R_m) reprezintă proprietatea circuitelor magnetice de a se opune la străbaterea liniilor de cîmp magnetic. Se determină ca raportul dintre forţa magnetomotoare (F) şi fluxul magnetic (Φ). Unitatea de măsură practică : *amper-spiră pe weber* (*A. sp/Wb*).

Conductanţa magnetică (P) reprezintă inversul mărimii reluctanţei $\left(P = \frac{1}{R_m}\right)$

Aşa cum am mai amintit, există analogie şi corespondenţă între circuitul electric şi cel magnetic (tabelul 10).

Tabelul 10

CIRCUITUL ELECTRIC	CIRCUITUL MAGNETIC
Intensitatea curentului : I Cauza curentului : $t.e.m(E)$ Intensitatea I depinde de R	Fluxul magnetic : Φ Cauza fluxului magnetic : $t.m.m(F)$ Fluxul Φ depinde de R_m
Rezistenţa : $R = \rho\frac{l}{S}$	Reluctanţa : $R_m = \frac{1}{\mu S}$
Legea lui Ohm : $I = \frac{E}{R}$	Legea circuitului magnetic : $\Phi = \frac{F}{R_m}$
Căderea de tensiune pe o porţiune de circuit, cu I constant : $U = R \times I$	Tensiunea magnetică pe o porţiune de circuit cu Φ constant : $F = \Phi \times R_m$

Inducţia electromagnetică

În paginile anterioare s-au arătat legăturile existente între fenomenele electrice şi cele magnetice. Ele pot fi puse şi mai bine în evidenţă dacă se studiază inducţia electromagnetică.

Fenomenul de inducţie electromagnetică a fost descoperit de M. Faraday în 1831. Experienţele lui Faraday sînt foarte bine cunoscute, aşa că nu le vom mai descrie. Vom aminti doar că: *1* — introducînd şi scoţînd rapid o bară magnetică în interiorul unei bobine ale cărei borne sînt în legătură cu un galvanometru, sensibil, se constată apariţia unui curent electric, care are un sens cînd se introduce bara şi un sens contrar cînd se scoate; *2* — acelaşi lucru se constată dacă în locul barei magnetice se foloseşte o bobină prin care circulă un curent electric; *3* — curentul electric apare şi în cazul cînd se introduce o bobină într-alta şi, fără a o mai mişca, se închide şi se deschide, cu un întreruptor, circuitul electric.

In toate cele trei cazuri prezentate explicaţia fenomenului este aceeaşi: cîmpul magnetic al magnetului sau al bobinei parcursă de curent fiind variabil, determină în cealaltă bobină apariţia unei tensiuni electromotoare (*t. e. m.*) care produce un *curent indus* sau un *curent de inducţie*. În cazurile 2 şi 3, bobina parcursă de curent, care determină apariţia *t.e.m.* în cealaltă, poartă numele de *bobină primară* sau *inductor*, iar bobina în care apare *t.e.m.*, de *bobină secundară* sau *indus*. Fenomenul de producere a unei tensiuni electromotoare într-un circuit care înconjură un flux magnetic variabil se numeşte *inducţie electromagnetică*. Curentul indus este cu atît mai mare, cu cît cîmpul magnetic şi viteza de mişcare ale inductorului sînt mai mari, cu cît numărul spirelor indusului este mai mare şi cu cît rezistenţa circuitului indusului este mai mică.

În concluzie, putem spune că un curent electric indus apare întotdeauna la orice variaţie a fluxului magnetic care străbate conductorul, oricare ar fi cauzele care au provocat această variaţie. Sensul curentului indus este determinat în toate cazurile de legea lui Lenz, care spune că orice curent indus are un astfel de sens încît se opune cauzei care l-a produs.

Autoinducţia, inductanţa şi inducţia mutuală

Curentul electric care străbate un conductor creează în acesta un cîmp magnetic. Dacă acest cîmp magnetic îşi schimbă valoarea, adică variază ca urmare a schimbării valorii curentului, el

determină în conductor apariţia unei tensiuni electromotoare induse. Rezultă că tensiunea electromotoare indusă apare în acelaşi conductor unde se produc variaţiile curentului. Acest fenomen se numeşte *autoinducţie* sau *inducţie proprie* (*self-inducţie*), iar curentul produs de tensiunea electromotoare, indusă, *curent autoindus*. Autoinducţia este inducţia electromagnetică produsă într-un circuit datorită curentului propriu care circulă prin acel circuit.

Conform legii lui Lenz, tensiunea electromotoare indusă acţionează în sens contrar curentului principal care o induce. De aceea autoinducţia se observă ori de cîte ori se întrerupe un circuit electric. De exemplu, scoţînd din priză un aparat oarecare, se constată apariţia unei scîntei, după ce aparatul a fost deconectat, ceea ce demonstrează că prin circuit încă mai trece un curent.

Fenomenul autoinducţiei se opune oricărei variaţii a curentului în circuit. Cînd curentul creşte, tensiunea electromotoare de autoinducţie frînează şi încetineşte această creştere. Invers, cînd curentul descreşte, tensiunea de autoinducţie întîrzie această scădere.

Este firesc ca într-un conductor rectiliniu, cu un flux magnetic mic, fenomenul de autoinducţie să se manifeste slab. El se manifestă mai evident într-un solenoid (bobină). Cu cît bobina va avea un număr mai mare de spire, cu atît fenomenul este mai puternic. Iar dacă în bobină se introduce un miez de material magnetic, el se va manifesta şi mai evident. În radiotehnică, bobinele, cu sau fără miez, au o largă utilizare, aşa cum vom avea ocazia să constatăm.

Fenomenul de autoinducţie este caracterizat de *coeficientul de autoinducţie* (de *inducţie proprie* sau *selfinducţie*), cunoscut în practică sub numele de *inductanţă* (L). Inductanţa poate fi evaluată după numărul liniilor de forţă magnetică care străbat conductorul într-o secundă, dacă intensitatea curentului din conductor (în timpul acestei secunde) variază cu $1 A$. Un conductor are inductanţa egală cu 1, cînd o variaţie uniformă a intensităţii curentului cu $1\ A/s$ produce o tensiune electromotoare de autoinducţie egală cu $1\ V$. Această unitate se numeşte *henry* (H). Exemplu : dacă într-o bobină, la o variaţie uniformă a intensităţii curentului de $1\ A$ într-o secundă, a apărut o tensiune electromotoare de autoinducţie de 15 V, înseamnă că inductanţa bobinei este $15\ H$. *Henry*-ul mai poate fi definit ca *inductanţa unei spire în care ia naştere un flux magnetic propriu de 1 Wb, cînd spira este parcursă de 1 A*. În radiotehnică se folosesc frecvent submultiplii henry-ului : *milihenry*-ul (mH) = a mia parte dintr-un H şi *microhenry*-ul (μH) = a milioana parte dintr-un H. Deci :

$$1\ H = 1\ 000\ mH = 1\ 000\ 000\ \mu H$$

sau, ceea ce este acelaşi lucru :

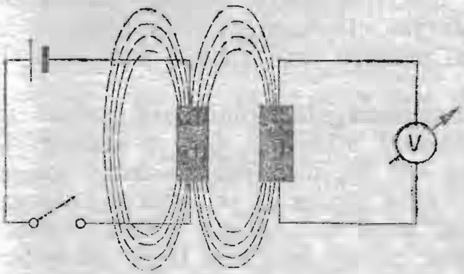


FIG. 31

$$0{,}000\ 001\ H = 0{,}001\ mH = 1 \mu H.$$

Inductanţa unei bobine depinde : de diametrul său, de numărul de spire, de lungimea sa, precum şi de faptul dacă are sau n-are în interior miez magnetic.

Am văzut că o bobină parcursă de curent induce într-alta o tensiune electromotoare. Fenomenul poartă numele de *inducţie mutuală* (fig. 31). Inducţia mutuală este foarte utilizată în radiotehnică. Ea permite cuplarea circuitelor fără a exista între ele o legătură galvanică. Cuplajul acesta se numeşte *cuplaj inductiv*. Inductanţa mutuală (M) a două bobine cuplate, se determină cu relaţia :

$$M = k \sqrt{L_1 \cdot L_2}$$

în care :

M — inductanţa mutuală, în H ;
L_1, L_2 — inductanţa bobinelor, în H ;
k — coeficientul de cuplaj în %.

Din relaţia de mai sus se poate determina coeficientul de cuplaj, care nu poate fi mai mare ca 1 :

$$k = \frac{M}{\sqrt{L_1 \cdot L_2}}$$

Mărimile M şi k au un rol foarte important în calculele circuitelor cuplate. Funcţie de valoarea lui k, se întîlnesc următoarele feluri de cuplaje :

— foarte slabe, $k = 1\%$;
— slabe, $k = 1—10\%$;
— puternice (strînse), $k = 90—100\%$.

Primele două se întîlnesc în filtrele şi transformatoarele de radiofrecvenţă, iar ultimul în transformatoarele de frecvenţă joasă, cu miez feromagnetic.

Ca și alte elemente de circuit, bobinele pot fi grupate în *serie* și în *paralel*. Dacă sînt cuplate între ele, se folosesc aceleași relații ca în cazul rezistențelor.

Pentru gruparea în serie :

$$L_{tot}=L_1+L_2+L_3+\ldots+L_n$$

Pentru gruparea în paralel :

$$\frac{1}{L_{tot}}=\frac{1}{L_1}+\frac{1}{L_2}+\frac{1}{L_3}+\ldots+\frac{1}{L_n}$$

În cazul a două bobine, relația devine :

$$L_{tot}=\frac{L_1\times L_2}{L_1+L_2}$$

Calculele fiind similare celor de la rezistență, nu vom mai exemplifica. Reamintim doar că trebuie lucrat cu unități asemenea (*H*, *mH*, *μH*).

Dacă se grupează în serie sau paralel două bobine cuplate inductiv, trebuie să se țină seama și de *M*. În cazul acesta relațiile ce dau inductanța totală a circuitelor serie și paralel a două bobine (caz frecvent în radiotehnică) devin :

— circuitul seriei :

$$L_{tot}=L_1+L_2+2\,M$$

— circuitul paralel :

$$L_{tot}=\frac{L_1\times L_2-M^2}{L_1+L_2+2M}$$

Menționăm că în cazul a două bobine, grupate sau nu în serie, cuplajul se anulează dacă sînt perpendiculare una față de alta. De acest fapt se ține seama în realizarea practică a montajelor, pentru a se evita influența dintre etaje.

Curentul alternativ

Obținerea curentului alternativ

Spre deosebire de pilele electrice care furnizează curent continuu, rețeaua electrică furnizează *curent alternativ*. Acesta poate fi definit ca un curent care-și schimbă regulat sensul de mai multe ori pe secundă. La curentul alternativ electronii se deplasează de-a lungul conductorului, la început într-un sens, apoi se opresc pentru o clipă și se deplasează mai departe în sens opus, se opresc, se întorc din nou, realizînd această mișcare înainte și înapoi.

Curentul alternativ se produce în generatoare speciale, numite alternatoare, pe baza fenomenului inducției electromagnetice.

Se poate studia producerea curentului alternativ cu ajutorul unui generator elementar, format dintr-o spiră de conductor care se rotește în jurul unui ax, cu o viteză constantă, între polii unui magnet.

Pentru simplificarea explicației vom reprezenta o singură spiră (fig. 32-*a*), deși în realitate bobinajul comportă mult mai multe.

Se știe din studiul fizicii că atunci cînd o spiră dintr-un conductor se deplasează într-un cîmp magnetic, ea devine sediul unei tensiuni electromotoare induse, care determină circulația unui curent.

Să urmărim fenomenele ce se petrec în cursul unei rotații complete, respectiv de 360 grade. În fig. 32-*b* este reprezentată deplasarea spirei la fiecare sfert de rotație.

Presupunem că spira se deplasează în sensul acelor unui ceasornic, din poziția inițială I, pînă ajunge din nou în această poziție, făcînd o rotație completă, după ce trece prin pozițiile intermediare II, III și IV.

In poziția I spira este perpendiculară pe cîmpul magnetic. In conductor nu apare nici o tensiune electromotoare, deci nici curent indus. Rotind spira cu 90° față de poziția inițială, pînă

în poziţia II, conductorul taie din ce în ce mai mult liniile de forţă ale cîmpului magnetic, de la zero pînă la maximum. Tensiunea electromotoare indusă creşte de asemenea de la zero la maximum, dînd naştere unui curent electric ce urmează aceeaşi creştere.

Observăm că în cursul acestei mişcări, partea conductorului figurată mai gros (fig. 32-b) taie liniile cîmpului magnetic de sus

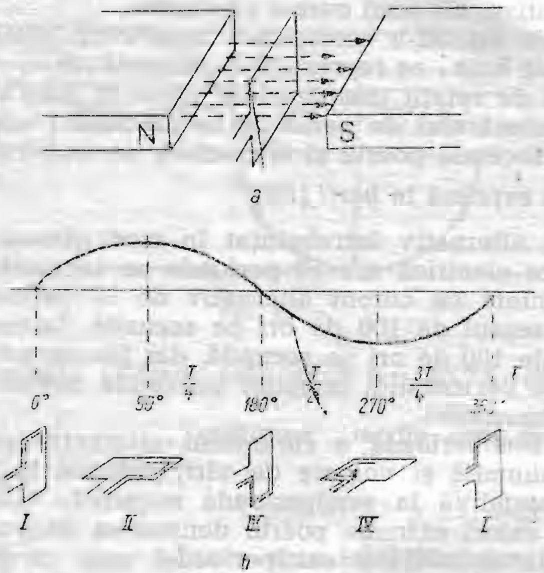


FIG. 32

în jos, iar partea figurată mai subţire, de jos în sus. Tensiunea electromotoare indusă în aceste două porţiuni de conductor se însumează. Curba sinusoidală din figură arată cum variază tensiunea funcţie de poziţia spirei.

Aceasta continuă să se rotească din punctul II în III, deci cu 180 grade faţă de poziţia iniţială. În poziţia III spira este din nou paralelă cu liniile de forţă magnetică şi nu le taie. Ca urmare, tensiunea electromotoare indusă scade de la maximum la zero.

Din punctul III, prin continuarea rotirii spirei, aceasta trece prin IV, şi ciclul se repetă; conductorul taie din nou liniile de forţă, dar în sens opus, partea groasă din conductor intersectînd liniile de forţă, de jos în sus, şi partea subţire de sus în jos. Tensiunea electromotoare, produsă în cele două porţiuni de conduc-

tor, se însumează din nou. În acelaşi timp rezultă o schimbare a sensului tensiunii electromotoare şi respectiv a curentului ce circulă în conductor. Acesta va creşte din nou de la zero, trecînd printr-un maxim, corespunzînd cu poziţia IV, pentru a coborî din nou pînă la zero.

După cum vedem luînd în considerare curba tensiunii, valoarea şi polaritatea tensiunii se schimbă în cadrul fiecărei rotaţii complete. Avem de-a face cu tensiunile alternative, succesiv pozitive şi negative, ale unui curent alternativ.

Curba din fig. 32-b corespunde unui ciclu complet, efectuat într-un anumit timp; ea reprezintă o *perioadă* (T).

Numărul de rotaţii complete ale spirei în timp de o secundă corespunde numărului de perioade pe secundă. Acest număr de perioade pe secundă poartă şi denumirea de *frecvenţa curentului* $\left(f=\frac{1}{T}\right)$ şi se exprimă în *herţi* (Hz).

Curentul alternativ întrebuinţat în mod obişnuit în reţelele de alimentare electrică are 50 perioade pe secundă. Deci, într-o lampă alimentată cu curent alternativ de 50 perioade, curentul îşi schimbă sensul de 100 de ori pe secundă. Lampa se aprinde şi se stinge de 100 de ori pe secundă, dar fenomenul este nesesizabil datorită persistenţei imaginii pe retina ochiului şi inerţiei termice a filamentului.

Fiecare semiperioadă a curentului alternativ are o valoare maximă, denumită şi *valoare de vîrf*, pozitivă în semiperioada pozitivă şi negativă în semiperioada negativă. Diferenţa între aceste două valori extreme poartă denumirea de *valoare de vîrf la vîrf*. Valoarea *medie* a semiperioadei unui curent alternativ, totdeauna inferioară valorii maxime, este egală cu 0,637 din această valoare. Este valoarea obţinută calculînd media tuturor valorilor înregistrate în cursul unei semiperioade.

Dacă valoarea maximă a unui curent alternativ este de 1 A, valoarea sa medie este de 0,637 A. Dar un curent alternativ de 1 A nu are puterea egală cu a unui curent continuu de 0,637 A. De aceea pentru curentul alternativ întrebuinţăm, în locul valorii medii, *valoarea efectivă*.

Valoarea efectivă a unui curent alternativ este egală cu 0,707 din valoarea sa maximă. Dacă un curent alternativ are o valoare maximă de 1 A, valoarea sa efectivă este de 0,707 A. Aceasta înseamnă că, într-o rezistenţă dată, el produce în acelaşi timp aceeaşi cantitate de căldură ca un curent continuu de 0,707 A.

Voltmetrele şi ampermetrele utilizate pentru măsurarea curenţilor alternativi indică valorile efective. Diferitele valori ale curentului alternativ sînt reprezentate grafic în fig. 33.

Iată cîteva exemple care arată relaţiile dintre aceste valori. Să considerăm o tensiune alternativă avînd o valoare de vîrf (V_v) de 8,91 V.

Valoarea efectivă (Vef) este egală cu $0{,}707 \times V_v$, adică:

$$Vef = 0{,}707 \times 8{,}91 = 6{,}3\ V.$$

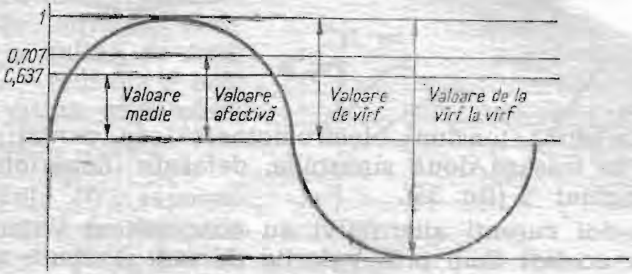


FIG. 33

Valoarea medie ($Vmed$) este egală cu 63,7% din valoarea de vîrf.

Tensiunea medie este de $0{,}637 \times V_v$ adică:

$$Vmed = 0{,}637 \times 8{,}91 = 5{,}68\ V.$$

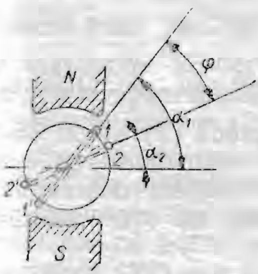


FIG. 34

Toate aceste relaţii permit calcularea unei valori oarecare, pornind de la valoarea medie sau valoarea efectivă.

Cînd s-a prezentat modul de producere a curentului alternativ, s-a exemplificat cu o singură spiră rotitoare într-un cîmp magnetic. În practică, însă, alternatoarele au mai multe spire.

Să vedem ce se întîmplă în cazul a două spire decalate între ele cu unghiul φ (fi), care se rotesc într-un cîmp magnetic (fig. 34). În cazul acesta tensiunea electromotoare şi curentul indus din spire nu vor avea aceleaşi valori în acelaşi timp, deoarece spirele nu se găsesc ambele, simultan, în aceeaşi poziţie. După cum se poate observa din figură, spirele 2—2′ vor trece prin valorile tensiunii electromotoare şi ale curenţilor din spira 1—1′, după ce spira 2—2′ a parcurs unghiul φ. Unghiul φ se numeşte *decalaj, decalaj de fază* sau *unghi de fază*. Ca să se reprezinte

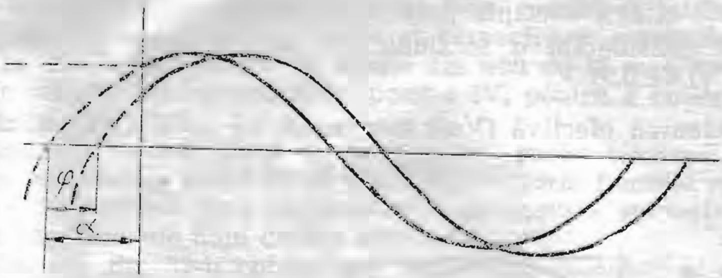


FIG. 35

grafic cele două tensiuni electromotoare (sau curenţi) este necesar să se traseze două sinusoide, defazate (depărtate) una de alta cu unghiul φ (fig. 35).

Dacă doi curenţi alternativi au concomitent valori maxime şi trec în acelaşi timp prin valorile de nul se spune că *sînt în fază*.

In fig. 36 sînt prezentate decalajele de fază a doi curenţi alternativi. În fig. 36-*a*, $\varphi = 0$, deci decalajul este nul, iar curenţii sînt în fază (fazele maxime şi de nul coincid). În fig. 36-*b* sînt prezentate curbele curenţilor cu un decalaj de fază de un sfert de perioadă : $\varphi = 90°$ sau $\frac{T}{4}$, iar în fig. 36-c curbele unor curenţi decalaţi cu o jumătate de perioadă : $\varphi = 180°$ sau $\frac{T}{2}$. Obişnuit, decalajul de fază se exprimă în grade, o perioadă (*T*) avînd 360°. Trebuie reţinut că numai curenţii alternativi sinusoidali cu aceeaşi frecvenţă pot avea un decalaj de fază perfect determinat. In cazul curenţilor complecşi decalajul de fază nu este constant şi variază tot timpul.

Şi acum o scurtă recapitulare a noţiunilor legate de curentul electric alternativ sinusoidal :

Perioadă sau *ciclu* (*T*) : timpul în care se efectuează un ciclu complet ; se măsoară în secunde ; $T = \frac{2\pi}{\omega}$, în care ω este pulsaţia.

Amplitudine : valoarea maximă a tensiunii (*Em*) sau a intensităţii (*Im*) ; poate fi pozitivă sau negativă.

Factor de putere (cos φ) : raportul dintre energia cheltuită de curent (în waţi) şi produsul dintre intensitate (I) şi tensiune (U) : $\cos \varphi = \frac{P}{U \cdot I}$

Fază: valoarea curentului la un moment dat, care tinde să crească sau să scadă.

Alternanță sau semiperioadă: una din buclele sinusoidei; poate fi pozitivă sau negativă.

Pulsație (ω): reprezintă numărul de perioade efectuate în 2 π unități de timp (secunde); pulsația este egală cu viteza unghiulară a spirei: $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$.

Frecvență (f): raportul dintre numărul de perioade și unitatea de timp (secunda). Arată numărul schimbărilor de mărime și de sens ale t.e.m. (oscilații) într-o secundă. Frecvența este invers proporțională cu perioada: $f = \frac{1}{T}$. Frecvența se măsoară în *herți (Hz)*. Un hertz reprezintă frecvența unui curent alternativ cu perioada de o secundă.

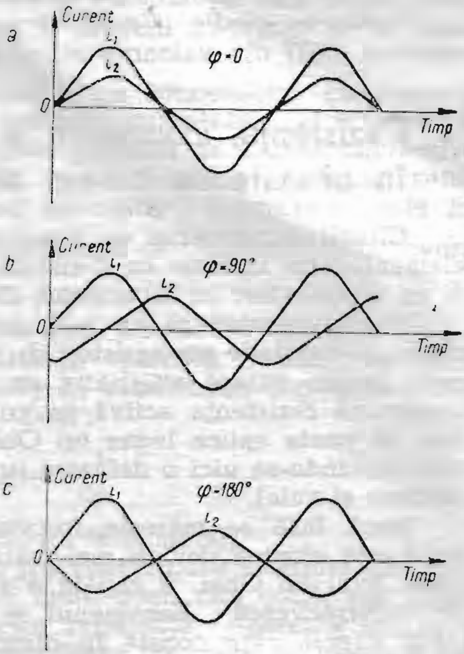


FIG. 36

Funcție de frecvență, curenții alternativi se împart în: 1 — *curenți de audiofrecvență (AF)* sau *joasă frecvență (JF)*, ale căror frecvențe sînt cuprinse între 16 și 20 000 *Hz*, corespunzători sunetelor ce pot fi percepute cu urechea; 2 — *curenți de radiofrecvență (RF)* sau *înaltă frecvență (IF)*, a căror frecvență depășește 20 000 *Hz*. Pentru măsurarea lor se folosesc multiplii hertului: *kilohertul (kHz)*, egal cu 1 000 *Hz* și *megahertul (MHz)*, egal cu 1 000 000 *Hz*.

Valoarea instantanee a tensiunii (e): valoarea maximă a t.e.m. induse la un moment dat *t*; $e = Em \sin \omega t$; valoarea instantanee a intensității (*i*) este: $i = Im \sin \omega t$.

Valoarea de vîrf (V_v) valoarea maximă a fiecărei perioade; este egală cu 1 și într-o perioadă este pozitivă, iar în cealaltă negativă.

Valoarea de la vîrf la vîrf (V_v *la* v): diferența dintre valorile extreme.

Valoarea efectivă (Vef) a intensității sau tensiunii: reprezintă 0,707 din valoarea sa maximă: $I=0{,}707\ Im$ și $U=707\ Um$.

Valoarea medie (Vmed) a intensității sau a tensiunii: reprezintă 0,637 din valoarea maximă: $I=0{,}637\ Im$ și $U=0{,}637\ Um$.

Rezistența, inductanța și capacitatea în circuite de curent alternativ

Circuitele parcurse de curenți alternativi pot cuprinde trei elemente: un rezistor cu rezistența R, o bobină cu inductanța L și un condensator cu capacitatea C.

Pentru început să ne închipuim un circuit de curent alternativ ce cuprinde un rezistor cu rezistența R. Conectînd la bornele lui un curent alternativ cu tensiunea $u=Um \sin \omega t$, constatăm că rezistența activă se comportă ca în curent continuu, deci se poate aplica legea lui Ohm, între tensiune și intensitate neproducîndu-se nici o defazare (u și i trec simultan prin valorile maxime și nule).

Dacă însă se mărește frecvența curentului se constată că rezistența ohmică devine mai mare decît aceea dedusă din aplicarea legii lui Ohm. R capătă o valoare nouă, numită *rezistență în radiofrecvență.* Fenomenul se datorește *efectului pelicular* (*skin effect*), care constă în distribuirea curentului pe periferia conductorului (rezistorului) cu rezistența R, de parcă acestuia i s-ar fi îndepărtat partea centrală. De efectul pelicular se ține seama la confecționarea bobinelor ce lucrează la frecvențe foarte înalte.

Să considerăm acum un circuit care conține o bobină cu inductanța L. Dacă la bornele ei se aplică o tensiune alternativă $u=Um \sin \omega t$, prin bobină va circula curentul cu intensitatea $i=Im \sin \omega t$. Curentul alternativ creează în bobină nu cîmp magnetic variabil, care autoinduce o tensiune ce se opune tensiunii aplicate la borne. Ca atare, *la bornele unei bobine parcurse de curent alternativ tensiunea este în avans de fază cu* $\frac{\pi}{2}$ (adică $\varphi=90°$) *față de intensitate.*

Rezistența în curent alternativ a bobinelor poartă numele de *reactanță inductivă* (X_L) și se măsoară în ohmi (Ω). Ea este o rezistență aparentă, care nu produce pierderi în circuit și care depinde numai de inductanța bobinei (L) și de pulsația curentului (ω). Deci:

$$X_L = \omega L$$

Fenomenul acesta este întîlnit în radiotehnică cînd se utilizează bobinele de şoc. Acestea — bobine cu inductanţă mare — nu permit curentului alternativ de radiofrecvenţă să le străbată.

În sfîrşit, dacă circuitul conţine un condensator cu capacitatea *C*, constatăm că acesta permite curentului alternativ să treacă. Deci *condensatorul închide circuitul de curent alternativ.* În acelaşi timp se mai constată că la bornele condensatorului plasat într-un *circuit de curent alternativ intensitatea este în avans de fază cu* $\frac{\pi}{2}$ (adică $\varphi = 90°$) *faţă de tensiune.* Deci invers decît în cazul unei bobine plasate în circuit.

Deşi permite trecerea curentului alternativ, totuşi condensatorul opune acestuia o rezistenţă aparentă numită *reactanţă capacitivă* (X_C). Aceasta depinde de capacitatea condensatorului (*C*) şi de pulsaţia curentului (ω). Deci :

$$X_C = \frac{1}{C\omega}$$

Reactanţa capacitivă se măsoară în ohmi (Ω).

În radiotehnică se întîlnesc frecvent circuite alcătuite din condensatoare, rezistenţe şi bobine luate două cîte două, sau chiar toate trei odată. În cazul acesta rezistenţa aparentă totală a circuitului poartă numele de *impedanţă* (Z), care se exprimă tot în ohmi (Ω).

Ţinînd seama de schema de conectare, se pot ivi următoarele cazuri de grupare, în care impedanţa (Z) se determină (vezi şi fig. 37). În toate aceste cazuri : Z, R, X_L, X_C se iau în ohmi (Ω) ; *C* în farazi (*F*) ; *L* în henry (*H*) ; $\omega = 2\pi f$; *f* în herţi (*Hz*).

1 — *În cazul unei rezistenţe ohmice* (*R*) *în serie cu o inductanţă* (*L*) ; fig. 37-*a* :

$$Z = \sqrt{R^2 + (L\omega)^2}$$

Iată un exemplu pentru determinarea unor mărimi electrice, în cazul unui circuit compus dintr-o rezistenţă şi o inductanţă, parcurs de un curent alternativ : unui circuit electric cu o inductanţă (*L*) de 0,01275 *H* şi o rezistenţă ohmică (*R*) de 3 Ω i se aplică o tensiune alternativă (*U*) de 120 *V*, cu o frecvenţă (*f*) de 50 *Hz*. Să se afle : reactanţa inductivă (X_L) ; impedanţa (Z) ; intensitatea curentului (*I*), căderea de tensiune ohmică (U_R), căderea de tensiune inductivă şi decalajul dintre intensitate şi tensiune.

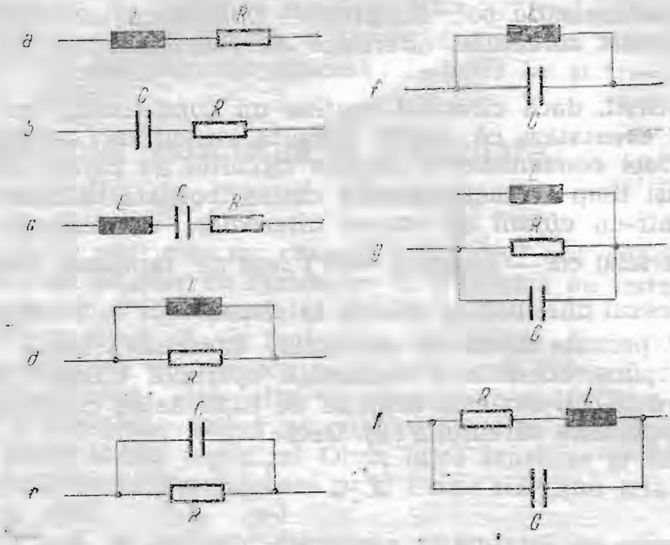


FIG. 37

a — Se calculează reactanța inductivă (X_L) :

$$X_L = L\omega = L2\pi f = 2\times 3{,}14\times 50\times 0{,}01275 = 4\Omega$$

b — Se calculează impedanța circuitului (Z) :

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5\Omega$$

c — Se calculează intensitatea curentului (*I*) :

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{120}{5} = 24\ A$$

d — Se calculează căderea de tensiune ohmică (U_R) :

$$U_R = RI = 3\times 24 = 72\ V$$

e — Se calculează căderea de tensiune inductivă (U_L) :

$$U_L = IX_L = 24\times 4 = 96\ V$$

f — Se calculează decalajul dintre intensitate și tensiune :

$$\cos\varphi = \frac{R}{Z} = \frac{3}{5} = 0{,}6\ ;\ \varphi = 53°$$

Exemplul prezentat este simplu, dar arată, în general, cum decurg calculele.

2 — *În cazul unei rezistenţe ohmice (R) în serie cu o capacitate (C)* ; fig. 37-*b* :

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{C\omega}\right)^2}$$

3 — *În cazul unei rezistenţe ohmice (R) în serie cu o inductanţă (L) şi o capacitate (C)* ; fig. 37-*c* :

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}$$

4 — *În cazul unei rezistenţe ohmice (R) în paralel cu o inductanţă (L)* ; fig. 37-*d* :

$$Z = \frac{L\omega R}{\sqrt{R^2 + (L\omega)^2}}$$

5 — *În cazul unei rezistenţe ohmice (R) în paralel cu o capacitate (C)* ; fig. 37-*e* :

$$Z = \frac{R}{\sqrt{1 + (\omega RC)^2}}$$

6 — *În cazul unei inductanţe (L) în paralel cu o capacitate (C)* ; fig. 37-*f* :

$$Z = \sqrt{\left(\frac{L\omega}{1 - L\omega^2 C}\right)^2}$$

7 — *În cazul unei rezistenţe ohmice (R) în paralel cu o inductanţă (L) şi o capacitate (C)* ; fig. 37-*g* :

$$Z = \frac{R}{\sqrt{1 + R^2 \left(\omega C - \frac{1}{L\omega}\right)}}$$

8 — *În cazul unei rezistenţe ohmice (R) în serie cu o inductanţă (L), ambele şuntate (în paralel) cu o capacitate (C)* ; fig. 37-*h* :

$$Z = \sqrt{\frac{(1 - \omega^2 LC)^2 + (RC\omega)^2}{\omega L}}$$

Transformatoare

Generalități

În construcția radioreceptoarelor și radioemițătoarelor sînt cuprinse și transformatoarele. Acestea, din punct de vedere al frecvenței de lucru, sînt grupate în: transformatoare pentru frecvențe înalte (radiofrecvență) și transformatoare pentru frecvențe joase (audiofrecvență). Din prima categorie fac parte transformatoarele de frecvență intermediară, iar din a doua: transformatoarele de cuplaj, transformatoarele de ieșire și transformatoarele de rețea. De asemenea, în montajele radio sînt folosite frecvent și autotransformatoarele.

Mai înainte de a vedea cum pot fi realizate anumite tipuri de transformatoare, să ne oprim asupra fenomenelor ce au loc într-un transformator, pentru a putea înțelege funcționarea lui. Exemplificările se fac avînd în considerație un transformator ce lucrează la frecvențe mici (de exemplu, un transformator de rețea).

Inducția mutuală și transformatorul. După cum am mai amintit, numim inducție mutuală fenomenul care constă în transmiterea unei părți din energia care circulă sub forma curentului electric într-un circuit, în alt circuit învecinat. Acest fenomen se manifestă în circuitele alimentate cu curent alternativ sau pulsatoriu.

O aplicație practică a inducției mutuale este transformatorul, al cărui principiu de funcționare ne va da o explicație simplă a fenomenului.

Un transformator, în forma sa cea mai simplă, este reprezentat prin două bobinaje, fără contact electric între ele, dar foarte apropiate, cuplate unul cu altul. Unul din bobinaje se numește *primar*, celălalt *secundar* (fig. 38-*a*).

Dacă *primarul* este străbătut de un curent alternativ, ia naștere o tensiune electromotoare alternativă la bornele secundarului, care este parcurs de curentul indus.

Dacă *secundarul* este conectat la un circuit de utilizare, acesta va fi parcurs de un curent alternativ. Explicația este simplă.

Aplicînd un curent alternativ de o anumită frecvență la bornele bobinajului primar, acesta este parcurs de curent, care produce un cîmp magnetic corespunzător. Dacă cele două bobinaje sînt apropiate, cîmpul magnetic produs de primar traversează de asemenea secundarul și dă naștere unei tensiuni electromotoare de aceeași frecvență.

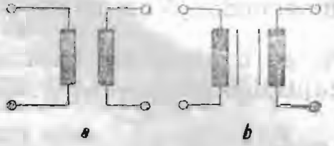


FIG. 38

Închizînd circuitul secundarului cu un circuit electric, acesta va fi parcurs la rîndul său de un curent indus, cu aceeași frecvență cu cel care traversează bobinajul primar. Pentru a mări efectul de inducție mutuală, cele două bobinaje se realizează pe un miez feromagnetic compus din tole de ferosiliciu, care concentrează cîmpul. Reprezentarea schematică în acest caz este cea din fig. 38-*b*.

Funcționarea transformatorului. Cînd aplicăm la bornele primarului un curent alternativ, bobinajul va fi parcurs de acest curent. În cursul primei semiperioade, curentul care circulă în bobinaj crește foarte repede, apoi din ce în ce mai lent, ca urmare a fenomenului de autoinducție. Drept rezultat, dă naștere unui cîmp magnetic care produce o tensiune electromotoare de sens opus curentului. Cînd curentul atinge valoarea maximă, variațiile de cîmp magnetic sînt slabe și curentul indus tinde spre zero.

Curentul din primar începe apoi să scadă și odată cu el scade și cîmpul magnetic pe care-l creează, mai întîi lent și apoi rapid. Curentul indus în secundar își schimbă sensul și apoi crește progresiv.

Cînd curentul în primar trece prin zero, curentul indus în secundar trece prin valoarea sa maximă. În cursul celei de-a doua semiperioade, curentul în primar își schimbă sensul, crește repede și apoi lent, pentru a trece prin valoarea maximă.

In timpul acesta curentul indus în secundar scade și trece prin zero.

Astfel, cînd curentul este nul în primar, este maxim în secundar, și invers, cînd este maxim în primar este nul în secundar.

Tensiunea electromotoare obținută la capetele secundarului depinde de caracteristicile celor două bobinaje. Dacă acestea sînt identice, tensiunea electromotoare indusă în secundar este egală cu cea aplicată la capetele primarului. Dacă însă numărul de

spire al bobinajului secundar este dublu sau triplu față de cel al bobinajului primar, tensiunea electromotoare indusă este de asemenea dublă sau triplă față de cea din bobinajul primar. Astfel, în cazul unui număr de spire de trei ori mai ridicat, dacă aplicăm o tensiune alternativă de 10 V la primar, vom măsura la secundar tensiunea de 30 V.

Fie U_1 tensiunea aplicată primarului și U_2 tensiunea indusă în secundar. Vom avea $\frac{U_2}{U_1} = \frac{w_2}{w_1}$ în care w_2 este numărul de spire al bobinajului secundar, iar w_1 numărul de spire al bobinajului primar.

Raportul $\frac{w_2}{w_1}$ este numit *raport de transformare* sau, mai simplu, *raportul transformatorului*. Dacă acest raport este superior lui 1, transformatorul se numește *ridicător*, tensiunea electromotoare indusă în secundar fiind mai ridicată decît cea aplicată în primar.

Dacă raportul este inferior lui 1, de exemplu 1/5, transformatorul se numește *coborîtor*, tensiunea prezentă la capetele secundarului fiind mai mică decît cea aplicată primarului.

Un transformator este totdeauna reversibil, adică poate fi montat fie coborîtor, fie ridicător, după cum considerăm ca bobinaj primar pe cel cu numărul mai mare sau pe cel cu numărul mai mic de spire.

Dacă neglijăm pierderile inevitabile, putem considera că puterea intrată în primar este egală cu cea din secundar, sau aplicînd formula :

$$U_1 I_1 = U_2 I_2 \text{ sau } \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

Comparînd această formulă cu precedenta vom obține relația :

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{w_2}{w_1}$$

De fapt orice transformator are pierderi și, ca atare, puterea disponibilă în secundar este totdeauna mai mică decît aceea absorbită în primar.

Tensiunea electromotoare indusă în secundar este direct proporțională cu numărul de spire, iar intensitatea invers proporțională.

În încheierea acestor considerații generale să mai menționăm faptul că în practica radiotehnică întîlnim trei tipuri de trans-

formatoare: 1 — *de radiofrecvenţă*; 2 — *de audiofrecvenţă*; 3 — *de frecvenţă industrială*. Din primul tip amintim *transformatoarele de frecvenţă intermediară*, care lucrează la frecvenţe înalte (de ordinul zecilor şi sutelor de kiloherţi); din cel de-al doilea tip *transformatoarele de cuplaj* între etaje şi *transformatoarele de ieşire*, care lucrează la frecvenţe cuprinse între 15—20 000 herţi; în sfîrşit, din cel de-al treilea tip *transformatoarele de reţea* şi *autotransformatoarele*, care lucrează la frecvenţa reţelei electrice (50 herţi).

Transformatorul de frecvenţă intermediară

Transformatoarele de frecvenţă intermediară (sau „medie frecvenţă") sînt folosite în receptoarele superheterodină. Rostul lor este de a opri şi scurge la masă orice altă frecvenţă diferită de frecvenţa pentru care a fost construit. Deşi transformatoarele de frecvenţă intermediară trebuie să selecteze doar frecvenţa intermediară (f_1), în realitate ele selectează şi frecvenţe alăturate lui f_1. Limitele alăturate frecvenţei f_1 determină ceea ce se numeşte *banda de trecere* a transformatorului.

În general, transformatoarele de frecvenţă intermediară sînt alcătuite din două circuite oscilante acordate pe aceeaşi frecvenţă. Cuplajul dintre bobine este foarte slab pentru ca transformatorul să prezinte efectul unui filtru de bandă. Obişnuit, radioreceptoarele industriale au transformatoarele de frecvenţă intermediară construite pentru a lucra pe frecvenţa de 465 kHz. Se folosesc însă, după anumite criterii, şi alte frecvenţe, ca: 110 kHz, 128 kHz, 468 kHz, 1 600 kHz etc.

Bobinele acestor transformatoare se înfăşoară pe carcase cu miezuri de ferrocart, bobinajul fiind executat tip universal sau fagure. Condensatoarele circuitelor sînt montate împreună cu bobinele pe o plăcuţă izolatoare, introdusă (pentru ecranare) sau nu într-o cutie metalică. Capacitatea condensatorului este în general mică, fiind cuprinsă între 60—200 *pF*, pentru ca să se obţină acordul cu un raport *L/C* ridicat. Acordarea transformatoarelor de frecvenţe intermediare se execută fie variind valoarea condensatoarelor (care în acest caz trebuie să fie ajustabile), fie prin modificarea valorii inductanţei bobinelor, cu ajutorul miezurilor de ferrocart.

În regim de amator, transformatoarele pot fi confecţionate fie pe carcase cu miez, fie pe carcase cu aer. Desigur, calităţile primelor sînt superioare; ele permit un reglaj mai uşor, prin înşurubarea sau deşurubarea miezului de ferrocart. Cum, în ge-

neral, calculele unor astfel de transformatoare nu sînt prea simple, dăm în cele ce urmează sfaturile practice pe baza cărora pot fi confecţionate transformatoarele de frecvenţă intermediară.

Transformatoare cu frecvenţa intermediară de 110 kHz. În fig. 39-*a* este prezentat un transformator pentru o astfel de frecvenţă (amintim că în superheterodinele clasice există două ase-

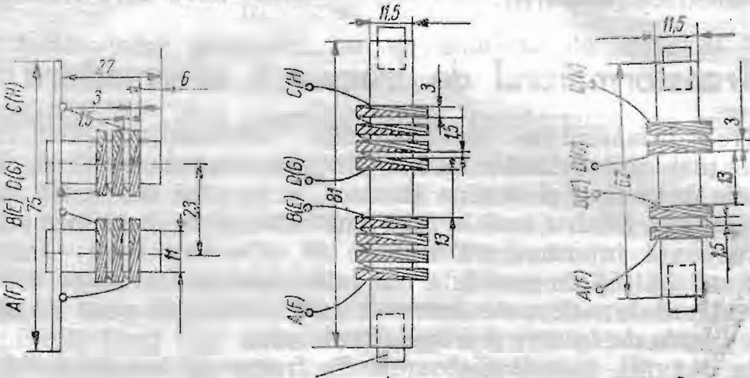


FIG. 39

menea transformatoare, de obicei identice, indiferent de frecvenţa pentru care sînt acordate). Transformatorul se realizează pe două carcase cu diametrul exterior de 11 mm, prevăzute cu miez de ferrocart; lungimea unei carcase este de 27 mm. Bobinajul se va executa tip fagure sau universal. Numărul total de spire al unui circuit este de 795; deci ambele circuite ale transformatorului (primar+secundar) vor avea 795×2=1 590 spire. Un circuit se va bobina pe o carcasă, sub forma a trei secţii de cîte 265 spire fiecare, folosind conductor simplu, cu diametrul de 0,1 mm, izolat cu email şi mătase. Atît primarul cît şi secundarul au acelaşi sens de bobinare.

Prima secţie se plasează la 6 mm de capătul carcasei, între secţii lăsîndu-se un spaţiu de 1,5 mm. Lăţimea bobinajului va fi de 3 mm.

Cele două carcase cu bobinele circuitelor se fixează, prin lipire, pe o plăcuţă de textolit, în aşa fel ca între axele lor să existe o distanţă de 23 mm. Pe aceeaşi plăcuţă se fixează cîte două contacte metalice (capse, cose etc.), de care se lipesc cu cositor atît extremităţile înfăşurărilor, cît şi terminalele conden-

satoarelor. Acestea vor avea capacitatea de 180 *pF* și vor fi de foarte bună calitate.

Pentru rigidizarea înfășurărilor, se recomandă ca ele să fie impregnate într-o soluție de trolitul în acetonă sau într-un amestec topit, alcătuit din părți egale de parafină și ceară de albine.

Pe figură sînt notate cu *A, B, C, D,* capetele primului transformator, iar cu *E, F, G, H,* capetele celui de-al doilea. Cum transformatoarele I și II sînt identice, pe figura cu indicațiile practice de realizare s-au trecut în paranteză capetele celui de-al doilea transformator. Astfel, radioconstructorului îi va fi mai ușor să găsească legăturile.

Transformator cu frecvență intermediară de 465 kHz. În fig. 39-*b* sînt prezentate datele constructive ale unui astfel de transformator. După cum se poate observa, la acest tip de transformator bobinajul este realizat pe o singură carcasă. Numărul total de spire (primar+secundar) este de 576, primarul avînd 288 spire, iar secundarul la fel. Bobinajul se face cu liță de radiofrecvență de 0,08×5, pe o carcasă lungă de 81 mm și cu diametrul de 11,5 mm, prevăzută la capete cu miezuri de ferrocart. Atît primarul, cît și secundarul au cîte 4 secții, fiecare cu 72 spire. Bobinajul se face universal, lățimea unei secții fiind de 3 mm, între secțiile primarului (respectiv secundarului) lăsîndu-se un spațiu de 1,5 mm. Între secția de sfîrșit a primarului și secția de început a secundarului va exista o distanță de 13 mm. Secțiile vor avea același sens de bobinare. Capetele bobinajelor se vor fixa pe o plăcuță circulară sau dreptunghiulară, lipită la unul din capetele carcasei. Condensatoarele se lipesc cu cositor de cele patru contacte metalice prevăzute în plăcuță. Valoarea condensatoarelor, de bună calitate, va fi de 120 *pF*.

După executare bobinele transformatorului se impregnează cu soluție de trolitul în acetonă sau cu un amestec topit de parafină și ceară în părți egale. Pentru ecranare, transformatorul va fi introdus într-o cutie metalică nemagnetică, confecționată din tablă subțire de aluminiu sau cupru, care se fixează de plăcuța izolantă. Pentru a se regla inductanța bobinelor, se acționează asupra miezurilor de ferrocart înșurubate în capetele carcasei. De aceea plăcuța de bază va avea în centru un orificiu cu diametrul corespunzător (în care dealtfel se fixează carcasa prin lipire), iar cutia metalică ce asigură blindajul va fi de asemenea prevăzută cu un orificiu circular, ca să se poată acționa celălalt ferrocart.

Ca şi în cazul transformatorului de 110 kHz, atît transformatorul I, cît şi al II-lea au valori identice, fapt pentru care pe figură capetele înfăşurărilor celui de-al doilea au fost marcate în paranteză.

Transformator cu frecvenţă intermediară de 1 600 kHz. In fig. 39-c este prezentată schema electrică şi aceea de realizare practică. Se foloseşte o carcasă cu miezuri de ferrocart la capete, lungă de 62 mm şi cu diametrul de 11,5 mm. Atît primarul cît şi secundarul au cîte 62 spire (total 124), împărţite în cîte două secţii a cîte 31 spire. Bobinajul se execută universal sau fagure, grosimea unei secţii fiind 3 mm, iar distanţa între secţiile primarului (respectiv secundarului), de 2 mm. Între bobinele primarului şi secundarului (cu acelaşi sens de bobinare) va exista o distanţă de 14 mm. Conductorul folosit la bobinat va fi liţa de radiofrecvenţă de 0,05×15. Condensatoarele vor avea capacitatea de 150 *pF*. În rest (impregnarea, ecranarea, determinarea capetelor înfăşurărilor) se execută ca în cazul precedent.

Transformatorul de cuplaj

Tipul acesta de transformator se foloseşte pentru cuplarea a două etaje, realizate cu tuburi electronice sau tranzistoare. De asemenea, este întrebuinţat în etajul prefinal (driver) al amplificatoarelor de audiofrecvenţă cu ieşirea simetrică (push-pull).

Pentru realizarea unui transformator de cuplaj trebuie, în primul rînd, să se cunoască valoarea inductanţei înfăşurării primare. Această valoare se determină cu formula :

$$L = \frac{2R_i}{2\pi f_{min}}$$

în care :

L — inductanţa, în H ;

R_i — rezistenţa internă a primului tub în Ω (valoarea aceasta se găseşte în cataloage) ;

f_{min} — frecvenţa minimă de transmis de la un etaj la altul (de obicei se foloseşte valoarea de 50 Hz).

A doua etapă în ordinea realizării transformatorului de cuplaj o constituie calculul numărului de spire (w_1) din primar, care se determină cu formula :

$$w_1 = \sqrt{\frac{L \cdot l_m \cdot 10^9}{4\pi\mu S}}$$

în care :

w_1 — numărul de spire din primar ;

L — inductanţa bobinei, în H ;

l_m — lungimea medie a unei linii de forţă din pachetul de tole, în cm ;

μ — permeabilitatea relativă a materialului din care sînt tăiate tolele ;

S — secţiunea netă a miezului feros, în cm^2.

In a treia fază se determină raportul de transformare (n) al transformatorului care, în general, este cuprins între 3 şi 5. El se calculează cu formula :

$$n = \frac{w_2}{w_1} = \sqrt{\frac{1}{2\pi f_{max} \cdot C \cdot R_i}}$$

în care :

n — raportul de transformare ;

w_1 — numărul de spire din primar ;

w_2 — numărul de spire din secundar ;

f_{max} — frecvenţa maximă, în Hz (de obicei se ia de 10 000 Hz);

C — capacitatea bobinelor transformatorului, plus capacitatea internă a tubului, în F (se ia cca 10^{-10} F) ;

R_i — rezistenţa internă a tubului I, în Ω (există în cataloage).

In sfîrşit se determină numărul de spire din secundar, folosind relaţia precedentă, din care se deduce w_2 :

$$w_2 = w_1 \sqrt{\frac{1}{2\pi f_{max} \cdot C \cdot R_i}}$$

Realizarea practică a transformatorului se face urmînd indicaţiile date la confecţionarea transformatorului de ieşire (confecţionarea carcasei, bobinarea, fixarea tolelor fără întrefier etc.). Înfăşurările se fac cu conductor emailat, de 0,1 . . . 0,12 mm diametru.

Un transformator de cuplaj pentru montaje cu tranzistoare din grupa celor de 50—150 mW, se poate realiza ţinînd seama de următoarele date : miez de tole care formează un pachet cu secţiunea de 0,1 . . . 0,25 cm^2, fără întrefier ; primarul 1 000 . . . 1 500 spire cu conductor emailat de 0,05 . . . 0,07 mm ; secundarul 150 . . . 200 spire cu conductor emailat de 0,1 . . . 0,15 mm.

Transformatorul de ieşire

Calitatea redării unui radioreceptor sau amplificator de putere depinde, în cea mai mare măsură, de judicioasa dimensionare a transformatorului de ieşire, pentru că o greşită dimensionare aduce după sine reducerea puterii şi distorsiuni mari. Rolul său este de a adapta rezistenţa de sarcină (rezistenţa bobinei mobile a difuzorului) la rezistenţa internă a tubului final. Iată de ce rolul acestei piese nu trebuie subapreciat.

În practică, radioamatorul va întîlni transformatoare de ieşire pentru tuburi finale alimentate de la baterie sau de la reţea, transformatoare pentru etaje finale echipate cu tuburi ori cu tranzistoare, transformatoare simple sau pentru etaje în contratimp (push-pull) cu tuburi ori cu tranzistoare.

In general, orice transformator de ieşire se compune dintr-un miez de fier alcătuit din tole, dintr-o carcasă şi din înfăşurările primară şi secundară.

Mărimile caracteristice ale transformatorului de ieşire depind de caracteristicile difuzorului şi de regimul de lucru al etajului final. Pentru determinarea acestor mărimi trebuie cunoscute: 1 — rezistenţa de sarcină optimă a tubului final (în Ω); 2 — puterea disipată a tubului final (în W); 3 — valoarea curentului anodic al tubului final (în A); 4 — impedanţa bobinei mobile a difuzorului (în Ω). Primele trei mărimi sînt date în cataloagele de tuburi; a patra mărime se determină practic măsurînd cu un ohmetru rezistenţa bobinei mobile.

Pentru determinarea mărimilor caracteristice ale transformatorului de ieşire există o serie de relaţii, care pot fi aplicate în funcţie de precizia cerută, şi mai ales, de experienţa radioconstructorului. În cele ce urmează exemplificăm cu cîteva metode folosite pentru dimensionarea transformatoarelor utilizate în etajele de ieşire simple, etaje cu care, dealtfel, trebuie să-şi înceapă activitatea orice radioconstructor, urmînd ca, pe măsura acumulării cunoştinţelor teoretice şi practice, să se treacă la realizarea unor etaje mai complicate, prevăzute cu transformatoare speciale. Dealtfel, toate montajele radio propuse spre a fi realizate sînt însoţite şi cu indicaţii practice privind construirea transformatorului de ieşire.

I — În paginile următoare vom descrie o primă metodă elementară pentru dimensionarea transformatoarelor folosite în etajele de ieşire simple.

Vom începe prin dimensionarea tolelor folosite la alcătuirea miezurilor, introducere valabilă pentru orice altă metodă sau tip

de transformator. Acestea vor fi totdeauna de tipul E+I. În fig. 40 este prezentată o tolă, indicîndu-se și dimensiunile principale ale acesteia. În cazul tolelor E 6,4, E 8, E 10, E 12,5, E 14, E 16, E 18, E 20 etc. (principalele dimensiuni folosite), numărul indică în milimetri valoarea lui *a* din figură, din care, prin înmulțire cu coeficienții 2; 3; 5; 6, se determină celelalte mărimi. Tolele se ștanțează din tablă groasă de 0,35 mm sau 0,50 mm; deci acestea sînt și grosimile tolelor.

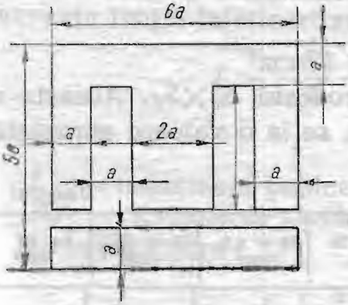


FIG. 40

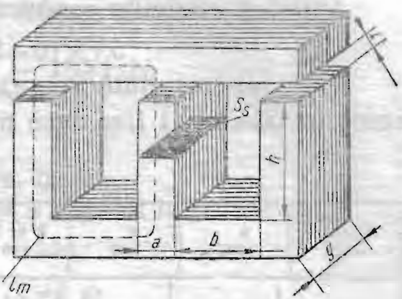


FIG. 41

La un pachet de tole deosebim următoarele (fig. 41): grosimea (g), în cm; valoarea lui a în cm (a este dat, cum am văzut, de tipul tolei, dar în mm, așa că este necesară transformarea); înălțimea ferestrei (h), în cm; lățimea ferestrei (b), în cm; lungimea medie a circuitului magnetic (l_m), în cm; suprafața secțiunii miezului transformatorului (S_s), în cm²; întrefierul (i), în mm.

După această scurtă, dar necesară introducere, să trecem la determinarea propriu-zisă a mărimilor caracteristice ale transformatorului de ieșire.

Să presupunem că avem de dimensionat un transformator de ieșire care să se adapteze unui difuzor cu impedanța de 5 ohmi, la tubul pentodă amplificatoare de putere tip EL 84, schema etajului final fiind cu reacție negativă. Acest tub poate debita o putere de audiofrecvență (P) de 5,7 W, rezistența sa optimă de sarcină (R_a) este 5 500 Ω, iar valoarea curentului continuu anodic (I_a) de 48 mA.

Dimensiunile tolelor se pot calcula cu următoarea relație:

$$P \times K = S_s \times S_f$$

în care :

P — puterea disipată de tubul final, în W ;

K — un coeficient care depinde de tub şi de schema etajului final. În cazul unei pentode sau tetrode în montaj fără reacţie negativă, $K=20$; aceleaşi tuburi în montaj cu reacţie negativă, $K=10$. În cazul unei triode în montaj fără reacţie negativă, $K=10$; acelaşi tub în montaj cu reacţie negativă, $K=5$. Deci se va ţine seama de acest coeficient ;

S_s — suprafaţa secţiunii miezului, în cm^2 ;

S_f — suprafaţa ferestrei ($h \times b$) în cm^2.

Aplicînd mărimile cunoscute avem :

$$5{,}7 \times 10 = S_s \times S_f = 57 \text{ cm}^2$$

Valoarea rezultată reprezintă produsul $S_s \times S_f$. Aceasta se caută în tabelul 11 (iar dacă nu există, se ia o valoare apropiată).

Tabelul 11

Tipul tolei	a cm	g cm	b = 2a cm	h = 3a cm	Ss = a.b cm^2	Sf=a . h cm^2	Ss . Sf cm^2
E 6,4	0,64	1,00	1,28	1,92	0,82	1,23	1,01
E 8	0,80	2,00	1,60	2,40	1,28	1,92	2,46
E 10	1,00	1,00	2,00	3,00	2,00	3,00	6,00
E 12,5	1,25	1,50	2,50	3,75	3,13	4,69	14,68
E 14	1,40	1,50	2,80	4,20	3,92	5,88	23,05
E 16	1,60	2,00	3,20	4,80	5,12	7,68	39,32
E 18	1,80	2,50	3,60	5,40	6,48	9,72	63,01
E 20	2,00	3,00	4,00	6,00	8,00	12,00	96,00

În dreptul ei se vor găsi dimensiunile tolelor necesare transformatorului. În cazul nostru, tabelul nu cuprinde valoarea 57 cm^2.

Cea mai apropiată valoare (totdeauna se ia cea superioară) este 63, acoperitoare necesităţilor. În dreptul valorii găsite, aflăm: $S_s=6{,}48\ cm^2$ şi $S_f=9{,}72\ cm^2$.

Se va avea grijă, în special, ca fereastra să fie suficient de încăpătoare, pentru a cuprinde numărul de spire ce va rezulta din calculele următoare.

Pentru determinarea numărului de spire din înfăşurarea primară este necesar să se cunoască în prealabil inductanţa acesteia. Ea se află cu relaţia — valabilă în cazul cînd frecvenţa minimă de lucru a transformatorului este 80 Hz, — reprezentînd frecvenţa limită inferioară redată de difuzor:

$$L=\frac{R_a}{350}=\frac{5\,500}{350}=15{,}71\ H$$

în care:

L — inductanţa bobinei primare, în H;
R_a — rezistenţa de sarcină optimă a tubului în Ω.

In cazul nostru:

$$L=\frac{5\,500}{350}=15{,}71\ H$$

Numărul de spire al primarului se determină cu:

$$w_{pr}=\frac{45\times L\times I_a}{S_s}=\frac{45\times 15{,}71\times 48}{6{,}48}=5\,237\ \text{spire}$$

în care:

w_{pr} — numărul de spire din primar;
L — inductanţa bobinei primarului, în H;
I_a — curentul anodic al tubului, în mA;
S_s — suprafaţa secţiunii miezului, în cm^2.

Raportul de transformare se determină cu formula:

$$n=\sqrt{\frac{Z}{R_a}}=\sqrt{\frac{5}{5\,500}}=\frac{2{,}24}{74}=\frac{1}{33}$$

în care:

n — raportul de transformare;
Z — impedanţa bobinei mobile a difuzorului, în Ω;
R_a — rezistenţa optimă de sarcină a tubului, în Ω.

Numărul de spire din secundar se calculează cu relaţia:

$$w_{se}=n\times w_{pr}=\frac{1}{33}\times 5\,237=159\ \text{spire}$$

în care :

w_{se} — numărul de spire din secundar ;
n — raportul de transformare ;
w_{pr} — numărul de spire din primar.

Rezistența înfășurării primare se determină cu relația :

$$R_{pr} = \frac{R_a}{2} \times Y = \frac{5\,500}{2} \times 0{,}2 = 2\,750 \times 0{,}2 = 550\ \Omega$$

în care :

R_{pr} — rezistența înfășurării primare, în Ω ;
R_a — rezistența optimă de sarcină a tubului, în Ω ;
Y — un factor, care pentru o putere de ieșire a amplificatorului cuprinsă între 0...5 W, este 0,3...0,2, iar între 5...100 W, între 0,2...0,1. În cazul nostru se va lua 0,2, puterea disipată de tub fiind 5,7 W.

Diametrul conductorului folosit pentru bobinarea primarului se calculează cu formula :

$$d_{pr} = 0{,}015\sqrt{\frac{l \times w_{pr}}{R_{pr}}} = 0{,}015\sqrt{\frac{17{,}60 \times 5\,237}{550}} = 0{,}2\ \text{mm}$$

în care :

d_{pr} — diametrul conductorului, în mm ;
l — lungimea spirei medii, în cm ($7a+2g$ din tabelul 11 ; în cazul nostru $l = 17{,}60$ cm) ;
w_{pr} — numărul de spire în primar ;
R_{pr} — rezistența bobinei primare, în Ω.

Diametrul conductorului pentru bobinajul secundar se determină cu relația :

$$d_{se} = \frac{d_{pr}}{\sqrt{n}} = \frac{0{,}2}{\sqrt{\frac{1}{33}}} = \frac{0{,}2}{0{,}174} = 1{,}2\ \text{mm}$$

în care :

d_{se} — diametrul conductorului din secundar, în mm ;
d_{pr} — diametrul conductorului din primar, în mm ;
n — raportul de transformare.

Conductoarele folosite, atît pentru înfășurarea primară, cît și pentru cea secundară, vor fi izolate cu email. În cazul cînd nu poate fi procurat conductor cu diametrul determinat prin

calcul, se va folosi conductor cu diametrul ceva mai mare, ţinîndu-se seama de faptul că înfăşurarea trebuie să încapă în fereastra transformatorului.

Dimensiunea întrefierului se determină cu relaţia :

$$l = \frac{w_{tr} \times I\,a}{800\,000} = \frac{5\,237 \times 48}{800\,000} = 0{,}31 \text{ mm}$$

După ce au fost determinate mărimile caracteristice ale transformatorului de ieşire, se trece la realizarea lui practică. Aşa cum am spus la început, un transformator se compune dintr-un miez magnetic şi un bobinaj. Miezul magnetic se realizează din tole E+I, tăiate din material special (tablă ferosilicioasă, permaloy etc.).

Realizarea practică a transformatorului începe cu procurarea tolelor. Cum am văzut, din calcul a rezultat că pentru exemplul luat în consideraţie se pot folosi cu succes tolele E 18. În lipsă, se pot utiliza şi alte tipuri de tole, avînd grijă ca să fie respectată valoarea secţiunii miezului, iar fereastra să fie suficient de încăpătoare ca bobinajul să încapă.

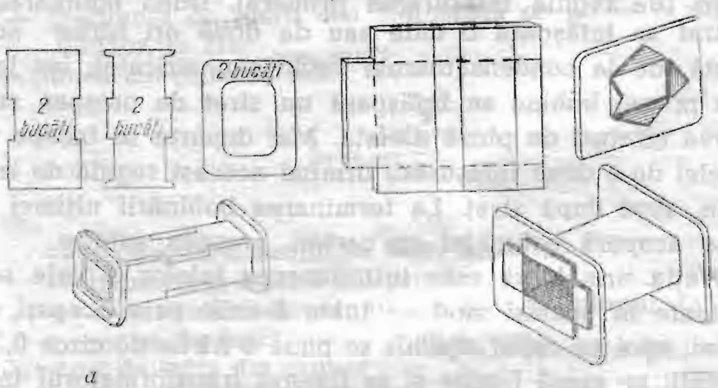


FIG. 42

Bobinele transformatorului se înfăşoară pe o carcasă din preşpan, pertinax subţire, material plastic. Carcasa va fi cu pereţi laterali ; ea se poate realiza în două variante. În fig. 42-*a* este prezentată o variantă, părţile componente lipindu-se la asamblare cu nitrolac sau lac de bachelită. În fig. 42-*b* este arătată o altă variantă a carcasei. Ea se execută din preşpan, prin tăierea unui dreptunghi ceva mai lung decît perimetrul viitoarei carcase, după

care aceasta se crestează ușor, apoi se îndoaie la distanțele corespunzătoare lățimii și lungimii carcasei. La capete se lipesc două bucăți de carton dreptunghiular, care țin spirele. Dimensiunile carcasei sînt determinate de dimensiunile miezului utilizat. Inălțimea ei va fi ceva mai mică decît 3 a, lățimea va fi 2 a, iar lărgimea cît grosimea pachetului de tole, pentru ca lamelarea (introducerea tolelor în carcasă) să se facă ușor (vezi fig. 40). Dimensiunile carcasei sînt critice, nepermițîndu-se abateri în minus.

După îndoirea și lipirea cartonului se obține un tub prismatic. Acestuia i se atașează, tot prin lipire, pereții laterali (dimensiunile lor sînt în funcție de dimensiunile ferestrei). Acest tip de carcasă este rezistent din punct de vedere mecanic și permite o fixare mai sigură a terminalelor oferind în același timp un aspect mai frumos transformatorului.

Odată carcasa confecționată, se unge cu un lac izolant și se trece la executarea bobinajelor. Cel mai bine se face aceasta cu o mașină de bobinat, chiar improvizată. În lipsă, bobinajul se va face cu mîna. Mai înainte, însă, se înfășoară unul sau două straturi de pînză uleiată și apoi se începe bobinarea uneia dintre înfășurări (de regulă înfășurarea primară). După bobinarea fiecărui strat se înfășoară o dată sau de două ori hîrtie subțire parafinată (de la condensatoarele vechi sau stricate), iar la terminarea primei bobine se înfășoară un strat de preșpan subțire sau cîteva straturi de pînză uleiată. Mai departe se începe bobinarea celei de-a doua înfășurări, urmînd aceeași regulă de izolare cu hîrtie, strat după strat. La terminarea bobinării ultimei înfășurări se acoperă bobinajul cu carton, preșpan subțire.

Operația următoare este introducerea tolelor. Tolele se introduc toate în același mod — toate E-urile prin aceeași parte a carcasei, apoi pe capul deschis se pune o hîrtie de circa 0,3 mm (întrefierul), se așază I-urile și se fixează transformatorul într-un sistem de prindere (cu șuruburi sau în manta). După introducerea tolelor se face impregnarea transformatorului prin afundarea într-o baie de parafină topită.

Pentru a se reduce atenuarea la frecvențe înalte, datorită scăpărilor, uneori se folosesc două înfășurări secundare, cuplate în paralel. Pentru aceasta (fig. 43) se bobinează mai întîi o înfășurare secundară (159 spire), apoi înfășurarea primară (5 237 spire) și, în sfîrșit, încă o înfășurare secundară (159 spire).

Înfășurările se izolează cu hîrtie de condensator și carton (așa cum am arătat înainte), cele primare legîndu-se apoi în paralel. Astfel, curentul din secundar se va împărți în ambele înfășurări.

Pentru ca în timpul bobinării să se evite ruperea sîrmei, terminalele nu trebuie scoase direct, ci prin intermediul unui conductor de legătură mai gros, care se va lipi de conductorul înfășurării respective. Acesta, la rîndul său, lipindu-se de o capsă sau cosă fixată pe peretele lateral al carcasei.

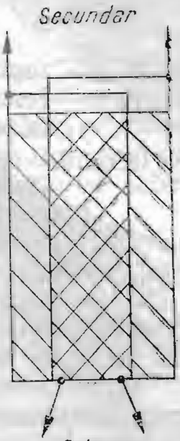


FIG. 47

II — Iată, în continuare, un alt calcul, simplificat, al transformatorului de ieșire.

Întîi se determină inductanța înfășurării primare:

$$L = \frac{R_a}{7f}$$

în care:

L — inductanța primarului, în H;
R_a — rezistența de sarcină optimă a tubului, în Ω;
f — frecvența de lucru cea mai joasă ce poate fi redată de difuzor, în Hz.

Secțiunea miezului de tole:

$$S_s = \frac{L \times I_a^2}{3\,000}$$

în care:

S_s — secțiunea miezului de tole, în cm^2;
L — inductanța înfășurării primare, în H;
I_a — intensitatea curentului anodic al tubului în punctul optim de funcționare, în mA.

Numărul de spire din primar:

$$w_{pr} = 800 \sqrt{L \frac{l}{S_s}}$$

în care:

w_{pr} — numărul de spire din primar;
L — inductanța primarului, în H;
l — lungimea medie a circuitului magnetic, în cm;
S_s — suprafața secțiunii miezului, în cm^2.

Raportul de transformare:

$$n = \sqrt{\frac{R_a}{1,2\ Z}}$$

în care:

n — raportul de transformare;
R_a — rezistența de sarcină optimă a tubului final, în Ω;
Z — impedanța bobinei mobile a difuzorului, în Ω.

Deoarece raportul de transformare poate fi exprimat prin:

$$n = \frac{w_{pr}}{w_{se}}$$

în care:

n — raportul de transformare;
w_{pr} — numărul de spire din primar;
w_{se} — numărul de spire din secundar,

se poate deduce ușor numărul de spire din secundar:

$$w_{se} = \frac{w_{pr}}{n}$$

Diametrul conductorului prin înfășurarea primară:

$$d_{pr} = \sqrt{0,64 I_a}$$

în care:

d_{pr} — diametrul conductorului pentru primar, în mm;
I_a — intensitatea curentului anodic al tubului, în mA.

Diametrul conductorului pentru înfășurarea secundară:

$$d_{se} = 0,7 \sqrt[4]{\frac{P}{Z}}$$

în care:

d_{se} — diametrul conductorului pentru secundar, în mm;
P — puterea disipată de tubul final, în W;
Z — impedanța bobinei mobile a difuzorului, în Ω.

Întrefierul se determină cu:

$$î = \frac{w_{pr} I_a}{1\,600}$$

în care:

$î$ — întrefierul, în mm;

w_{pr} — numărul de spire din primar ;
I_a — intensitatea curentului anodic al tubului, în mA.

Transformatorul de rețea

Transformatorul de rețea este un element „cheie" în montajele alimentate de la rețeaua de curent alternativ. El este acela care furnizează tensiunile de filament ale tuburilor, precum și tensiunile ridicate, în vederea obținerii tensiunilor anodice. Calculul transformatorului de rețea se face în funcție de schema de redresare aleasă și de tipul elementelor redresoare.

In ultimă instanță calculul trebuie să furnizeze constructorului numărul și dimensiunile tolelor, numărul spirelor și dimensiunile conductoarelor. În cele ce urmează vom arăta cum se face un calcul aproximativ și simplificat al transformatorului, plecînd de la ipoteza că schema aleasă urmărește redresarea ambelor alternanțe.

Calculul transformatorului se desfășoară în mai multe etape :

1 — se determină puterea activă totală în secundar, pe care transformatorul trebuie s-o furnizeze montajului (în W) ;
2 — se determină puterea aparentă în primar (în VA) ;
3 — se determină secțiunea miezului (în cm) ;
4 — se determină tipul de tolă ;
5 — se determină numărul de spire pentru obținerea unui volt ;
6 — se determină numărul de spire al fiecărei înfășurări ;
7 — se determină diametrul conductoarelor ;
8 — se determină coeficientul de umplere al ferestrei ;
9 — se determină grosimea pachetului de tole.

Un exemplu de calcul. Să presupunem că pentru alimentarea unui radioreceptor echipat cu tuburile ECH 81, EF 80, ECL 80 și redresoarea EZ 80 constructorul a ales schema din fig. 44,

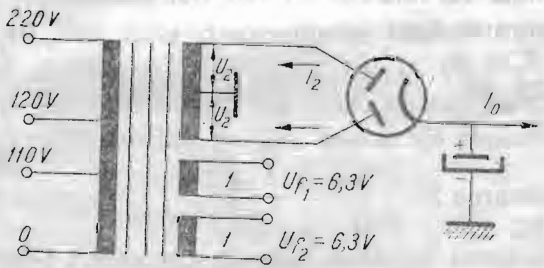


FIG. 44

care cuprinde un transformator de rețea ce urmează să lucreze la tensiunile alternative de 110, 120 și 220 V, în vederea redresării ambelor alternanțe. Calculul se va desfășura conform etapelor anunțate.

1 — Se determină puterea activă totală în secundar, pe care transformatorul trebuie s-o furnizeze montajului. Pentru aceasta se iau date din catalogul de tuburi.

Curenții I_a ce trec prin secundarul de tensiune ridicată sînt:

Tubul ECH 81

Curentul anodic al părții hexodă	3,2 mA
Curentul anodic al părții triodă	5 mA
Curentul de ecran	6 mA
Tubul EF 80	
Curentul anodic	10 mA
Curentul de ecran	2,5 mA
Tubul ECL 80	
Curentul anodic al părții pentodă	14 mA
Curentul anodic al părții triodă	0,75 mA
Curentul de ecran	2,6 mA
Total	44,05 mA

Pentru compensarea eventualelor pierderi din celulele de filtrare se mărește cu 10% acest curent. Se va lua deci un curent total:

$$I_a = 44,05 + 4,405 = 48,455 \simeq 48,50 \ mA$$

Deoarece secundarul înfășurării de tensiune ridicate furnizează de două ori 300 V (conform schemei alese), puterea debitată va fi:

$$P_a = 300 \times 0,0485 = 14,5 \ W$$

Curenții de filament (I_f) ce trec prin înfășurările de filament (1 — alimentează filamentele tuburilor ECH 81, EF 80 și ECL 80; aici se adună și consumul eventualelor becuri de scală; 2 — alimentează filametul redresor EZ 80) sînt următorii:

Prin înfășurarea 1:

Tubul ECH 81	0,3 A
Tubul EF 80	0,3 A
Tubul ECL 80	0,3 A
Total	0,9 A

Prin înfășurarea 2:

Tubul EZ 80	0,6 A

Puterea debitată de înfășurarea de filament 1 (P_{f1}):

$$6,3 \times 0,9 = 5,67 \ W$$

Puterea debitată de înfăşurarea de filament 2 (P_{f2}):

$$6,3 \times 0,6 = 3,78 \text{ W}$$

Deci, puterea totală pe care trebuie s-o debiteze secundarul transformatorului (P_s) este:

$$P_s = P_a + P_{f1} + P_{f2}$$
$$P_s = 14,5 + 5,67 + 3,78 = 23,95 \sim 24 \text{ W}$$

2 — Se determină puterea aparentă de primar. La punctul 1 am determinat puterea pe care trebuie s-o debiteze transformatorul. Pentru determinarea puterii aparente în primar trebuie să se ţină seama de pierderile din transformator, care reprezintă cca 25% din P_s. Deci puterea absorbită de transformator de la reţea va fi:

$$P_p = 1,25\ P_s = 1,25 \times 24 = 30 \text{ VA}$$

3 — Se determină secţiunea miezului. Acesta este format din tole suprapuse, pînă se obţine grosimea dorită. Secţiunea necesară este dată de formula:

$$S_{fer} = (1,3 \ldots 1,9)\sqrt{P_p}$$
$$S_{fer} = 1,6\sqrt{30} = 8,75 \simeq 9 \text{ cm}^2.$$

Drept coeficient de proporţionalitate (1,6) s-a ales media dintre 1,3 ... 1,9.

4 — Se determină tipul de tolă. Acum, cînd se cunoaşte secţiunea miezului, putem determina şi tipul, respectiv mărimea tolelor, folosind relaţia:

$$a = (3,7 \ldots 4,4)\sqrt{S_{fer}}$$

În fig. 40 sînt date dimensiunile tipului de tolă E+I, în funcţie de *a*.

Pentru a determina tipul de tolă, se calculează la valorile extreme ale coeficientului, ce ţine seama de raportul optim între *a* şi *b* (fig. 40).

$$3,7\sqrt{9} \leqslant a \leqslant 4,4\sqrt{9}$$
$$11,1 \leqslant a\ (mm) \leqslant 13,2$$

Se pot alege două tipuri de tole: E 12,5 şi E 14.

În cazul cînd amatorul are la dispoziţie anumite tole, altele

decît cele indicate, va alcătui un pachet al cărui miez va avea secţiunea cerută (9 cm²).

5 — Se determină numărul de spire pe volt. Pentru primar:

$$w_1 = \frac{40}{S_{fer}} = \frac{40}{9} = 4,44 \text{ spire/V}$$

Pentru secundar:

$$w_2 = (1,05 \ldots 1,1)\, w_1 = 1,075 \times 4,44 = 4,77 \text{ spire/V}$$

Coeficientul 1,075 reprezintă media dintre 1,05 şi 1,1.

6 — Se determină numărul de spire al fiecărei înfăşurări, cu ajutorul formulei:

$$w = w_1 \text{ (sau } w_2) \cdot U$$

în care w_1 reprezintă numărul de spire necesare obţinerii tensiunii de un volt în primar; w_2 numărul de spire necesare obţinerii tensiunii de un volt în secundar, iar U tensiunea, în V, din înfăşurarea respectivă.

Pentru primar ($w = w_1 \cdot U$):

— înfăşurarea 0—110 V; $w = 4,44 \times 110 \sim 490$ spire;
— înfăşurarea 110—120 V; $w = 4,44 \times 10 \sim 44,4$ spire;
— înfăşurarea 120—220 V; $w = 4,44 \times 100 = 444$ spire.

Pentru secundar ($w = w_2 \cdot U$):

— înfăşurarea anodică; $w = 4,77\ (2 \times 300) = 2 \times 1\,231$ spire;
— înfăşurările de filament (1 şi 2); $w = 4,77 \times 6,3 \sim 30$ spire.

7 — Se determină diametrul conductoarelor, în funcţie de încălzirea admisă, care depinde atît de pierderile în cupru, cît şi de cele în fier.

Intîi se calculează curenţii din primar, pentru diversele tensiuni de alimentare, folosind relaţia clasică: $I = \frac{P}{U}$, în cazul nostru $I_1 = \frac{P_p}{U}$, în care: I — intensitatea curentului în A; P_p — puterea în primar (în W); U — tensiunea corespunzătoare.

Deci:

$$I_1 = \frac{P_p}{U} = \frac{30}{110} = 0,272\ A \sim 0,3\ A;$$

$$I_1 = \frac{P_p}{U} = \frac{30}{120} = 0,25\ A;$$

$$I_1 = \frac{P_p}{U} = \frac{30}{220} = 0,136\ A \sim 0,14\ A.$$

Pentru secundar, intensitățile curenților sînt :

$$I_2 = \frac{P_s}{U} = \frac{24}{300} = 0{,}08\ A \sim 0{,}1\ A\ ;$$

$$I_{f1} = 0{,}9\ A\ ;$$

$$I_{f2} = 0{,}6\ A.$$

În funcție de curenții ce parcurg conductoarele, diametrul acestora se determină din tabelul 12.

Tabelul 12

d (mm)		I max (mA)	Nr. spire/cm²	
fără izol.	cu izol.		cu izol. între straturi	fără izol. între straturi
0,05	0,068	7	13 250	16 150
0,07	0,092	12	8 330	9 700
0,1	0,123	24	4 460	6 100
0,12	0,149	34	3 190	4 210
0,15	0,18	53	2 260	2 880
0,18	0,21	76	1 730	2 050
0,2	0,231	94	1 465	1 715
0,22	0,255	115	1 210	1 460
0,25	0,285	147	978	1 140
0,28	0,317	188	813	925
0,3	0,337	215	722	807
0,35	0,394	253	530	594
0,4	0,444	315	350	470
0,45	0,501	400	277	371
0,5	0,551	490	224	300
0,55	0,639	590	190	265
0,6	0,659	650	162	209
0,65	0,709	760	142	180
0,7	0,759	880	125	153
0,8	0,872	1,15 *A*	95,5	127
0,9	0,972	1,45 *A*	78	93
1	1,027	1,8 *A*	65	75
1,2	1,291	2,6 *A*	40,5	52
1,5	1,595	3,5 *A*	26,5	33,5
2	2,1	6,3 *A*	15,5	19

Astfel, din tabel reiese :

— pentru 0,3 *A* : $d = 0{,}4$ mm $= 0{,}444$ cu izolație ;
— pentru 0,25 *A* : $d = 0{,}35$ mm $= 0{,}394$ cu izolație ;
— pentru 0,14 *A* : $d = 0{,}25$ mm $= 0{,}285$ cu izolație ;
— pentru 0,1 *A* : $d = 0{,}22$ mm $= 0{,}255$ cu izolație ;

— pentru 0,9 A : $d=0{,}8$ mm $=0{,}872$ cu izolaţie ;
— pentru 0,6 A : $d=0{,}6$ mm $=0{,}659$ cu izolaţie.

8 — Se determină coeficientul de umplere a ferestrei, însumînd suprafeţele ocupate de fiecare înfăşurare. Suprafaţa fiecărei înfăşurări se determină cu relaţia :

$$S_{inf} = \frac{\text{nr. total de spire al înfăşurării}}{\text{nr. spire pe cm}^2}$$

Numărul de spire pe centimetru pătrat se va lua cu izolaţie între straturi. Astfel :

— *pentru 0 . . . 110 V* conductorul de 0,4 mm are 350 sp/cm² ;

$$S_{inf} = \frac{490}{350} = 1{,}4 \text{ cm}^2 ;$$

— *pentru 110 . . . 120 V* conductorul de 0,35 mm are 530 sp/cm² ;

$$S_{inf} = \frac{44{,}4}{530} = 0{,}083 \text{ cm}^2 ;$$

— *pentru 120 . . . 220 V* conductorul de 0,25 mm are 978 sp/cm² ;

$$S_{inf} = \frac{414}{978} = 0{,}454 \text{ cm}^2 ;$$

— *pentru înfăşurarea anodică* conductorul de 0,22 mm are 1 210 sp/cm² ;

$$S_{inf} = \frac{2\,862}{1\,210} = 2{,}365 \text{ cm}^2 ;$$

— *pentru înfăşurarea de filament 1* conductorul de 0,8 mm are 95,5 sp/cm² ;

$$S_{inf} = \frac{30}{95{,}5} = 0{,}314 \text{ cm}^2 ;$$

— *pentru înfăşurarea de filament* 2 conductorul de 0,6 are 162 sp/cm² ;

$$S_{inf} = \frac{30}{162} = 0{,}185 \text{ cm}^2.$$

Totalul suprafeţei ocupate de înfăşurări este :

$$S_{tot \cdot inf} = 1{,}4 + 0{,}083 + 0{,}454 + 2{,}365 + 0{,}314 + 0{,}185 = 4{,}801 \text{ cm}^2.$$

Aria ferestrei, în cazul folosirii tolei E_{14}, se determină cu relația :

$$S_{ferestrei} = 0{,}03\ a^2 = 0{,}03 \times 14^2 = 5{,}88\ \text{cm}^2.$$

Coeficientul de umplere γ (gama) se calculează cu :

$$\gamma = \frac{S_{tot \cdot inf}\,(\text{cm}^2)}{S_{fer}\ (\text{cm}^2)} = \frac{4{,}80}{5{,}88} = 0{,}816$$

9 — Se determină grosimea pachetului de tole folosind formula :

$$2b = \frac{S_{fer}}{0{,}02\ a}$$

în care :

$2b$ reprezintă grosimea pachetului de tole, în mm ;

S_{fer} — suprafața miezului în cm² (a nu se confunda cu $S_{fereastră}$) ;

a — dimensiunea standardizată a tolei, în cazul nostru $a = 14$ mm.

Deci :

$$2b = \frac{9}{0{,}02 \times 14} = 32{,}14\ \text{mm}.$$

Pentru siguranță se supradimensionează cu 10 %, astfel că grosimea pachetului de tole va fi ~ 35—36 mm.

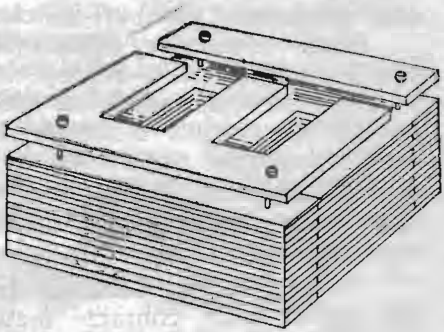


FIG. 45

La realizarea practică a transformatorului de rețea se va ține seama de indicațiile date în paginile anterioare (la transformatorul de ieșire), privitoare la construcția carcasei. În plus, lamelarea, adică introducerea tolelor în bobină, se va face întrețesut (fig. 45), fără a se lăsa întrefier. Astfel, tolele E se introduc alternativ în ambele sensuri ; cele I umplînd spațiile libere dintre două tole E introduse în același sens. Operația se va face atent, ca să nu se încalece tolele ; de asemenea, se va face forțat, ca suprafața secțiunii utile să fie cît mai aproape de cea calculată.

După asamblarea tolelor, acestea se rigidizează cu elemente de fixare : scoabe sau mantale (a și b, fig. 46). Scoabele se folo-

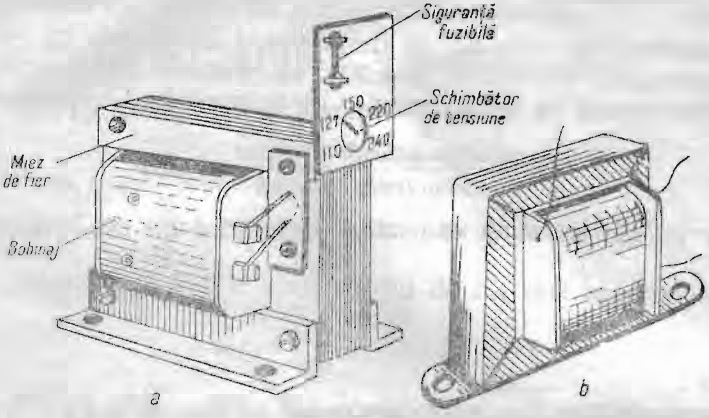


FIG. 46

sesc atunci cînd tolele sînt prevăzute cu găuri de strîngere, prin care se introduc șuruburi suficient de lungi.

După realizarea transformatorului, acesta se impregnează prin introducere într-o baie alcătuită din smoală și ceresină topită, ori în amestecuri de substanțe macromoleculare, cu proprietăți dielectrice, dizolvate în anumiți solvenți. Prin impregnare se mărește rigiditatea dielectrică și rezistența la umezeală, se îmbunătățește conductibilitatea termică și, în sfîrșit, ceea ce este foarte important, se mărește soliditatea mecanică, prin fixarea spirelor și a tolelor, evitîndu-se vibrațiile.

Un ultim sfat. Capetele înfășurărilor (primar+secundar) se vor lipi la niște contacte metalice fixate pe o plăcuță de pertinax, prinsă cu șuruburi chiar de pachetul de tole. Scriindu-se lîngă fiecare capăt cărui bobinaj aparține, se vor evita eventualele erori, ce pot duce la arderea transformatorului.

Autotransformatorul

În anumite condiții (montaje cu gabarit redus, putere absorbită redusă etc.) devine avantajoasă utilizarea autotransformatorului. În cazul acesta legătura dintre circuitul primar și cel secundar nu se face numai pe cale magnetică, ci și electrică, deoarece autotransformatorul are o singură înfășurare, cu cîteva

prize intermediare (fig. 47), corespunzătoare diverselor tensiuni de alimentare și de utilizare.

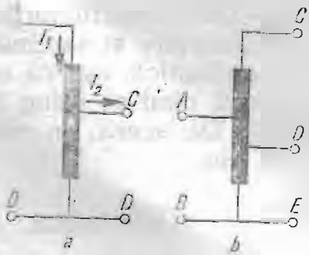


FIG. 47

Întrucît întreaga înfășurare a autotransformatorului are tensiunea rețelei de alimentare (bornele A și B — fig. 47 a), fiecare spiră a acestei înfășurări va avea o tensiune de atîtea ori mai mică cîte spire are înfășurarea. Conectînd o sarcină pe porțiunea înfășurării cuprinsă între bornele C și D, tensiunea între aceste puncte va fi egală cu suma tensiunilor spirelor aflate între aceste borne; tensiunea va fi de atîtea ori mai mică decît tensiunea aplicată în întreaga înfășurare, de cîte ori numărul spirelor dintre aceste borne este mai mic decît numărul spirelor întregii înfășurări. De exemplu, dacă întreaga înfășurare a autotransformatorului are 500 de spire, iar porțiunea dintre bornele C și D 300 de spire, autotransformatorul fiind conectat la rețeaua de 110 V, atunci fiecărei spire îi va reveni 110/500=0,22 V. Rezultă că pentru 300 spire tensiunea va fi 300×0,22=66 V (fără a se ține seamă de pierderi).

Conectînd rețeaua nu la extremitățile înfășurării, ci numai la o parte din ea (fig. 47 b), la capetele întregii înfășurări se obține o tensiune mai mare decît tensiunea rețelei. În cazul cînd înfășurarea are mai multe prize, cu un număr diferit de spire, se pot obține de la autotransformator cîteva tensiuni diferite.

Sensurile curentului rețelei I_1 și al curentului de sarcină I_2, în porțiunea dintre bornele C și D, vor fi opuse; astfel, prin sectorul C—D va trece diferența de curent I_2—I_1 care va crea un cîmp magnetic mai mic. De aceea, la un autotransformator se admite un miez cu o secțiune mai mică decît la un transformator de aceeași putere. Consumul de cupru la autotransformator este de asemenea mai mic decît la transformator, datorită faptului că nu există înfășurări secundare. În consecință, autotransformatoarele au dimensiuni și greutate mai mici, în comparație cu transformatoarele de aceeași putere.

Totuși pe lîngă calități, autotransformatoarele au și neajunsuri mari. În cazul cînd înfășurarea se rupe pe porțiunea dintre capete, spre borneele C și D, la aceste borne va fi aproape întreaga tensiune a rețelei, fapt care conduce la deteriorarea aparatului conectat (radioreceptor prevăzut pentru 110 V și conectat prin autotransformator la 220 V). În sfîrșit, o cauză impor-

tantă care limitează utilizarea autotransformatorului, mai ales în cazul radioconstructorilor începători, este faptul că între rețeaua de alimentare și sarcină (de pildă, radioreceptorul) există o legătură galvanică, așa că avem un pericol continuu de electrocutare, în cazul cînd se ating părțile metalice ale montajului (șasiul, de pildă). De aceea, în cele prezentate n-am insistat asupra calculului său.

Sunetul — captare și redare

Producerea și caracteristicile sunetului

Mai întîi o definiție: *prin sunet se înțelege vibrația particulelor unui mediu capabilă să producă o senzație auditivă.* De pildă, un diapazon lovit produce un sunet, ca urmare a propagării în aer a vibrațiilor sale. Diapazonul, în stare de vibrație, reprezintă o sursă de la care oscilațiile (vibrațiile) se propagă în aer sub formă de *unde sonore.* Aceste unde impresionează organul auditiv, dînd naștere *senzației auditive.*

Dacă se face o experiență cu un număr de lame metalice elastice, de lungimi foarte diferite, fixate la un capăt, se constată că punîndu-le în situația de a vibra, pentru lungimi foarte mari sau foarte mici ale lamei, vibrațiile nu produc senzație auditivă. Rezultă că senzația auditivă este produsă numai de surse ale căror frecvențe de oscilație sînt cuprinse între anumite limite. Funcție de aceste limite de frecvență, vibrațiile elastice (sunetele) se clasifică în: *infrasunete* (frecvența lor fiind mai mică de 16 *Hz*); *sunete* (frecvența cuprinsă între 16 *Hz* — 20 000 *Hz*), *ultrasunete* (frecvența peste 20 000 *Hz*).

Sursele sonore sînt multiple și felurite, încît ar trebui pagini întregi pentru a le putea enumera; totuși sunetele pe care le produc au trăsături comune, care ne permit să le împărțim în trei mari grupe: *sunete muzicale, sunete vocale* și *zgomote.*

Cînd percepem un sunet, avem posibilitatea de a ne da imediat seama dacă acesta este un sunet muzical sau un zgomot, deoarece efectele lor ne creează stări bine definite. Sunetele muzicale ne plac, ne încîntă; zgomotele ne supără, ne enervează.

Care sînt caracteristicile fizice ce determină sunetele muzicale să fie diferite de cele vocale, produse de vocea omenească, iar acestea din urmă să se deosebească de zgomote? Dacă cu ajutorul unui microfon captăm un sunet, iar curentul generat și amplificat îl introducem într-un oscilograf catodic, privind imaginile care apar pe ecranul aparatului obținem imediat răspunsul.

Sunetul muzical este alcătuit din oscilaţii periodice, repetate regulat. De asemenea, amplitudinile oscilaţiilor se repetă tot în mod periodic. Vorba este constituită din oscilaţii atît regulate cît şi neregulate, produse prin trecerea forţată a aerului prin cavitatea bucală şi coardele vocale. Vorba este în acelaşi timp şi muzicală şi nemuzicală. Ceea ce face plăcută muzica şi vorba este tocmai această calitate de regularitate în producerea oscilaţiilor.

Zgomotul este alcătuit din combinaţii de oscilaţii care se succed în mod neregulat. Cu alte cuvinte, atunci cînd avem o suprapunere de sunete pure (muzicale) de intensităţi diferite, dispuse în mod dezordonat, se produce un zgomot.

Pentru perceperea unui sunet sau a unui zgomot trebuie să existe anumite condiţii în care se execută oscilaţiile.

În primul rînd, frecvenţa oscilaţiilor trebuie să fie — aşa cum am văzut — mai mare de 16 *Hz* şi mai mică de 20 000 *Hz*. Oscilaţiile a căror frecvenţă este inferioară limitei de 16 *Hz* (infrasunetele) sînt percepute numai de simţul tactil al omului şi se numesc *trepidaţii*, în timp ce oscilaţiile cu o frecvenţă mai mare de 20 000 *Hz* (ultrasunetele), nu se aud, dar prezenţa lor este stabilită cu ajutorul aparatelor de măsurat şi se manifestă prin efectul pe care-l produc.

Sunetele a căror frecvenţă tinde spre limita inferioară a gamei sunetelor auzibile se numesc *sunete joase* sau *grave*, iar cele a căror frecvenţă este mare se numesc *sunete înalte* sau *acute*.

În al doilea rînd, pentru ca un sunet să poată fi auzit, trebuie ca el să aibă o *intensitate* care să depăşească o anumită valoare minimă. Desigur că această limită variază de la om la om, fiind în funcţie de sensibilitatea organului auditiv sau, cum se mai numeşte, de *acuitatea auditivă*. În plus, limita mai variază şi cu frecvenţa sunetului. Pentru a avea totuşi un element bine precizat, s-a luat convenţional ca limită inferioară sunetul de 1 000 *Hz* care are o intensitate sonoră de 10^{-16} W/cm^2, ceea ce corespunde unei presiuni de $2 \cdot 10^{-4}$ $dyne/cm^2$. Acest sunet se consideră abia perceptibil de o persoană cu facultăţile auditive normale şi este considerat drept o limită inferioară, numită *pragul audibilităţii*.

În cazul sunetelor a căror frecvenţă este mai mică de 1 000 *Hz*, pragul audibilităţii creşte, în sensul că, pentru ca sunetele grave (frecvenţă inferioară lui 1 000 *Hz*) să fie auzite, trebuie ca presiunea minimă pe care o exercită asupra timpanului să fie mai mare de $2 \cdot 10^{-4}$ $dyne/cm^2$.

Sunetele foarte puternice dau o senzaţie de apăsare, datorită presiunilor mari care se exercită asupra timpanului şi sen-

zația se transformă în durere. Aceasta se întîmplă în cazul sunetelor care au presiuni sonore foarte mari. Limita superioară a audibilității se numește *pragul senzației dureroase*; de exemplu, în cazul unui sunet cu frecvența de 1 000 *Hz*, acest prag este 10^{-4} W/cm^2.

Sunetele pot fi deosebite unele de altele printr-o serie de particularități, ca : intensitatea, înălțimea și timbrul.

Intensitatea determină tăria cu care sînt percepute sunetele pe care organul auditiv le ordonează pe o scară de la „slabe" la „puternice". Pentru a putea grada sunetele după intensitatea lor, a fost necesar să se găsească o unitate de măsură. În stabilirea acestei unități s-a ținut seama de proprietatea organului auditiv al omului, anume că senzația de tărie nu crește sau scade proporțional cu presiunea acustică. De exemplu, dacă presiunea crește de 1 000 ori față de limita inferioară a audibilității, senzația percepută crește numai de 60 ori. Deci senzația de tărie este proporțională cu logaritmul raportului dintre două presiuni sonore. De aceea, pentru a determina de cîte ori s-a mărit senzația de tărie a unui sunet, în comparație cu tăria unui alt sunet perceput de urechea omenească, s-a adoptat o unitate de măsură logaritmică, numită *bel* (*B*) :

$$B = \log \frac{I_1}{I_2}$$

în care :

I_1 = intensitatea unui sunet oarecare ;
I_2 = intensitatea unui sunet de referință.

Bel-ul fiind o unitate prea mare, în practică se întrebuințează o unitate de măsură de 10 ori mai mică, numită *decibel* (*dB*) :

$$B = 10 \log \frac{I_1}{I_2} = 20 \log \frac{p_1}{p_2}$$

unde p_1 și p_2 sînt presiunile corespunzătoare sunetelor care se compară.

Deseori, presiunea produsă de un sunet a cărui intensitate se măsoară se raportează la presiunea acustică corespunzătoare pragului de audibilitate.

Această unitate de intensitate este cunoscută sub numele de *fon*.

Nivelul maxim al unui zgomot suportat de urechea omenească este de 130 foni. Nivelul admisibil de zgomot, într-un loc de muncă, nu trebuie să depășească 90 foni. Determinarea

nivelului unui zgomot se face cu ajutorul unui aparat special numit *fonometru*, care reproduce în mod mecanic organul auditiv al omului. Dacă măsurăm intensitățile sunetelor și zgomotelor produse de diferite surse sonore, obținem o scară a intensităților acustice.

Înălțimea reprezintă însușirea senzației auditive după care sunetele pot fi ordonate pe o scară de la *joase* la *înalte*. Inălțimea depinde de frecvența sunetului; cu cît frecvența este mai mare, cu atît sunetul este mai înalt.

Timbrul reprezintă însușirea sunetului care permite unui ascultător să deosebească două sunete cu aceeași intensitate și frecvență fundamentală, dar emise de izvoare sonore diferite. Timbrul sunetului este determinat de numărul, intensitatea și frecvența armonicilor care însoțesc sunetul fundamental.

Microfonul

Pentru nimeni nu mai este azi un secret faptul că microfonul este un dispozitiv capabil să transforme sunetele în curenți electrici, care pot fi apoi amplificați și folosiți pentru înregistrări pe bandă de magnetofon, pentru radioemisie-recepție. etc.

Mai înainte de a face cunoștință cu principalele tipuri de microfoane folosite de radioamatori, să ne oprim puțin asupra cîtorva elemente de electroacustică, cu care ne vom întîlni curent în practică.

Așadar, microfonul este un dispozitiv capabil să producă, sub influența presiunii undelor sonore, un curent variabil, de audiofrecvență. Tensiunea electromotoare care apare în circuitul microfonului, ca urmare a presiunii sonore a unui sunet, poate fi determinată de relația:

$$E = k \cdot p$$

în care:

E = tensiunea electromotoare, în V;
p = presiunea undei sonore, în W/cm^2;
k = coeficientul de transformare, în milivolți pe bar.

Din relație reiese că tensiunea electromotoare ce apare în cazul funcționării unui microfon depinde de presiunea sonoră și de *coeficientul de transformare*. Acesta nu este constant, ci depinde de frecvența și amplitudinea variațiilor presiunii sonore. Dependența aceasta produce *distorsionarea* sunetelor transmise. Ca urmare, distorsiunile provocate de variația lui k funcție de

frecvență se numesc *distorsiuni liniare*. Dacă variația lui k este funcție de amplitudine, apar *distorsiuni neliniare*.

Primul microfon a fost inventat de Alexander Graham Bell și, fiind de tip electromagnetic, transforma sunetele în curenți de audiofrecvență prin variația unui cîmp magnetic care inducea curenți alternativi într-o bobină (fig. 48-*a*). Microfonul lui Bell era reversibil putînd fi în același timp atît transformator al ener-

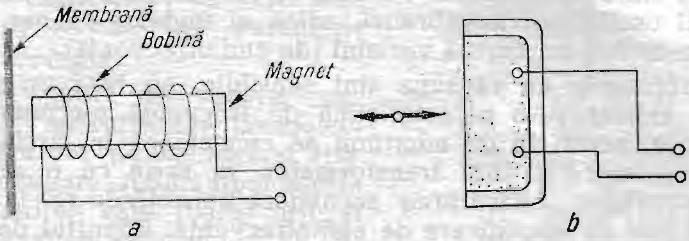


FIG. 48

giei acustice în curent de audiofrecvență, cît și transformator al curentului de audiofrecvență în energie acustică. Astăzi invenția lui Bell nu mai este utilizată drept microfon, ci numai ca receptor (cască — vezi acolo). Aceasta, deoarece microfonul lui Bell nu era de calitate, curenții de inducție produși de el fiind foarte slabi. De aceea s-a pus problema utilizării unui dispozitiv capabil să debiteze curenți mai intenși, furnizați de o sursă de curent. Acest lucru a fost realizat de Hughes și Edison, simultan, prin inventarea microfonului cu cărbune.

Microfonul cu cărbune. După cum se poate constata din fig. 48-*b*, în principiu acesta este alcătuit dintr-o cavitate plină cu praf de grafit (cărbune), astupată în față de o membrană. De asemenea, microfonul mai este prevăzut cu două borne, necesare legăturilor electrice.

Grafitul fiind bun conductor de electricitate, particulele de grafit conduc și ele curentul, deoarece se ating unele de altele, formînd o „punte" de trecere pentru curent între cele două borne. Dacă microfonul este conectat la o sursă de curent continuu (baterie), prin el va circula un curent care va avea intensitatea cu atît mai mare, cu cît rezistența electrică a microfonului (în speță a particulelor de grafit) va fi mai mică. Dar rezistența acestora depinde de presiunea undei sonore care apasă asupra membranei, respectiv asupra particulelor de grafit. Dacă presiunea

la care sînt supuse particulele este mică, granulele de grafit abia se ating şi intensitatea curentului care trece prin microfon este foarte slabă. Dacă însă membrana apasă cu putere particulele, numărul punctelor de contact dintre ele se măreşte brusc şi intensitatea curentului creşte. Acum funcţionarea acestui tip de microfon este uşor de înţeles: dacă se produc sunete în faţa membranei, aceasta vibrează şi comprimă mai mult sau mai puţin particulele de grafit. În felul acesta curentul care străbate microfonul (el fiind înseriat cu o sursă de curent continuu) variază în ritmul oscilaţiilor membranei, adică al undelor sonore, transformîndu-se într-un curent variabil (de audiofrecvenţă).

Microfoanele cu cărbune sînt sensibile, au însă un zgomot de fond ridicat şi o caracteristică de frecvenţă nu prea bună. În montaje, acest tip de microfon se conectează în circuitul înfăşurării primare a unui transformator, în serie cu o sursă de curent continuu, înfăşurarea secundară conectîndu-se la intrarea unui etaj de amplificare de audiofrecvenţă. Raportul de transformare al transformatorului este cuprins între 1 : 20 şi 1 : 100.

Microfonul piezoelectric se bazează pe fenomenul piezoelectric, descoperit în 1880 de fraţii Pierre şi Jacques Curie. Ei au demonstrat că dacă o lamă de cuarţ, cu feţele de o anumită formă, este introdusă între doi electrozi metalici pe aceştia apar sarcini electrice, egale dar de semn contrar, în momentele cînd lama este comprimată şi destinsă, ori cînd este întinsă şi destinsă.

Piezoelectricitatea se explică prin fenomenul de polarizare a dialectricului (lama de cuarţ), în urma unei acţiuni mecanice exercitate asupra lui.

Lama de cuarţ se poate comporta şi invers: aplicînd pe electrozi o sursă de electricitate, lama se contractă sau se dilată, după modul cum sînt plasate pe cei doi electrozi sarcinile pozitive şi negative. Dacă se utilizează o sursă de curent alternativ, lama de cuarţ începe să vibreze în ritmul frecvenţei curentului, producînd un sunet.

Comprimînd sau întinzînd lama de cuarţ executăm un lucru mecanic, deci se cheltuieşte energie. Energia însă nu dispare, ci se transformă într-o altă formă de energie: electricitatea.

Studiile făcute asupra piezoelectricităţii au arătat că fenomenul nu este specific doar cuarţului, ci se observă şi la alte substanţe cristalizate, ca: zahărul, blenda, turmalina, sarea Seignette etc. Datorită proprietăţilor lor piezoelectrice, cristalele acestor substanţe sînt folosite drept transformatoare de energie mecanică în energie electrică şi invers. Fenomenul găseşte apli-

caţii practice, aşa cum am mai spus, în electroacustică, unde întîlnim microfoane şi doze piezoelectrice pentru picup.

În principiu, microfonul piezoelectric este alcătuit dintr-o membrană, care sub influenţa undelor sonore începe să vibreze, vibraţii ce sînt transmise unui cristal din sare Seignette, fixat între doi electrozi. Acesta, ca urmare a presiunilor la care este supus, generează un curent de audiofrecvenţă.

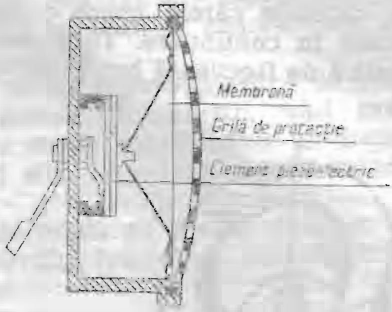


FIG. 49

Din punct de vedere constructiv, microfoanele piezoelectrice pot fi: *cu membrană* (fig. 49) şi *celulare*. Astăzi tipul acesta de microfon este foarte utilizat (în special cel cu membrană), datorită calităţilor sale. Elementul său piezoelectric este însă sensibil la umiditate şi variaţii de temperatură (cînd este sarea Seignette).

Microfonul condensator sau **electrostatic.** După cum se ştie, un condensator este alcătuit din două armături (plăci) metalice, despărţite printr-un dielectric (fig. 50). Dacă se conectează la o sursă de curent continuu, el se încarcă cu sarcini electrice: pe o placă se strîng cele pozitive, iar pe cealaltă cele negative. Condensatorul are însă o capacitate care poate fi mărită dacă se măresc dimensiunile plăcilor sau dacă se micşorează distanţa



FIG. 50

dintre ele. Această ultimă proprietate este folosită, ca principiu, la construcţia microfoanelor condensator. Acestea, aşa cum arată şi numele, sînt în fond nişte condensatoare cu dielectric aer, avînd una din armături formată dintr-o membrană foarte uşoară şi subţire. Vorbind în faţa membranei, aceasta vibrează, deci se modifică distanţa dintre ea şi cealaltă armătură. Drept urmare,

capacitatea „condensatorului" variază conform vibrațiilor membranei.

Microfonul condensator se montează în circuitul unui preamplificator, în paralel cu o rezistență de valoare mare (5...30 MΩ), la capetele căreia apare o cădere de tensiune variabilă, amplificată în continuare. Tipul acesta de condensator are o caracteristică de frecvență bună, dar sensibilitatea sa este redusă.

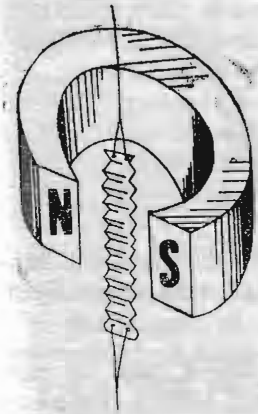


FIG. 51

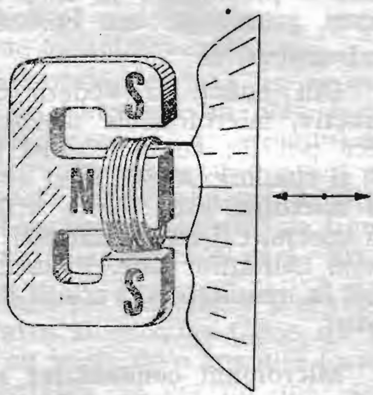


FIG. 52

Microfonul cu bandă. În principiu, un astfel de microfon (fig. 51) este alcătuit dintr-o bandă subțire (foiță) de aur, cupru sau aluminiu (de 5 . . . 20 μ), plasată între polii unui magnet puternic. Dacă sub influența undelor sonore banda începe să vibreze, se induce în ea o tensiune electromotoare alternativă, corespunzătoare frecvenței sunetului care a pus-o în vibrație.

Tensiunea de audiofrecvență indusă în bandă poate fi culeasă la capetele ei. Fiind însă foarte mică (de ordinul microvolților), este necesar, în vederea cuplării microfonului la un amplificator de audiofrecvență, să se folosească un transformator de adaptare, cu raportul de transformare unu la cîteva mii (în practică primarul are o spiră, iar secundarul circa 10 000). Microfonul cu bandă are o bună caracteristică de frecvență, dar o sensibilitate redusă.

Microfonul dinamic. Tot pe fenomenul inducției electromagnetice se bazează și funcționarea microfonului dinamic. El este alcătuit (ca un difuzor dinamic) dintr-o bobină fixată de o mem-

brană, bobină ce se poate mişca pe întrefierul unui magnet puternic (fig. 52). Vibrînd, datorită undelor sonore, membrana antrenează şi bobina, făcînd-o să oscileze, înainte şi înapoi, în cîmpul magnetic. Drept urmare, prin intersectarea liniilor de forţă magnetică, în bobină se induce o tensiune electromotoare alternativă, cu aceeaşi frecvenţă ca a oscilaţiilor sonore care au pus în mişcare membrana, respectiv bobina.

Microfonul dinamic este robust şi are o caracteristică de frecvenţă suficient de bună. Sensibilitatea, în schimb, nu-i prea mare. Necesită pentru adaptarea cu etajul amplificator un transformator al cărui primar trebuie să aibă impedanţa egală cu cea a bobinei mobile.

Drept microfon dinamic se poate folosi un difuzor dinamic de mici dimensiuni, adaptat amplificatorului (respectiv preamplificatorului) cu un transformator adecvat.

Dozele pentru picup

Redarea discurilor de picup se face cu ajutorul *dozelor*, dispozitive capabile să „traducă" oscilaţiile mecanice produse de rilele discului în tensiuni electromagnetice alternative de audiofrecvenţă. Se cunosc două feluri de doze: electromagnetice şi piezoelectrice.

Doze electromagnetice. Fenomenul inducerii curentului electric într-un conductor, prin variaţia cîmpului magnetic care înconjură conductorul, este folosit în dozele electromagnetice pentru reproducerea discurilor de picup. De la început trebuie spus că astăzi nu se mai folosesc astfel de doze, ele fiind înlocuite de cele piezoelectrice. Totuşi, pentru informarea radioconstructorului amator, prezentăm în cele ce urmează, pe scurt, modul lor de funcţionare.

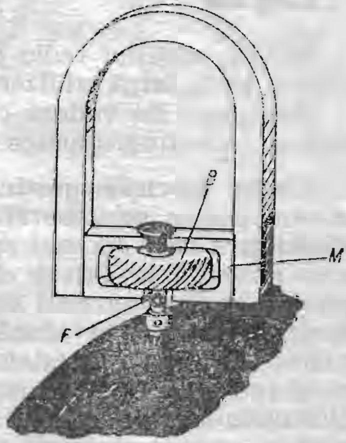


FIG. 53

O doză electromagnetică (fig. 53) este alcătuită dintr-o bobină mică (*B*), plasată între polii unui magnet (*M*). Bobina are un miez de fier moale (*F*), la extremitatea căruia se fixează acul. Miezul este mobil în jurul unui punct fix. Cînd acul vibrează, ur-

mărind sinuozitățile rilelor, se mişcă şi miezul (F). În felul acesta se modifică fluxul magnetic care intersectează spirele bobinei. Drept urmare se induce în bobină o tensiune electromotoare alternativă, care variază în ritmul sunetelor înregistrate. Aceşti curenţi sînt apoi amplificaţi şi conduşi la un difuzor, care redă vorba sau muzica înregistrată pe disc.

Aşa cum spuneam, astfel de doze nu se mai folosesc astăzi, deoarece nu reproduc decît sunete a căror frecvenţă este cuprinsă între 50 ... 500 Hz, apoi, datorită greutăţii, uzează rapid rilele discurilor.

Doze piezoelectrice. Funcţionarea acestui tip de doze se bazează pe fenomenul piezoelectric, prezentat odată cu microfonul piezoelectric. În cazul dozei, cristalul piezoelectric funcţionează asemănător celui din microfonul piezoelectric. Vibraţiile acului sînt transmise cristalului care produce o tensiune electromotoare alternativă de frecvenţa sunetelor folosite la înregistrarea discului. Este de remarcat că tensiunea electromotoare produsă este mult mai mare decît în cazul dozei electromagnetice, putînd chiar depăşi 2 volţi. În plus, pot fi reproduse sunete cu frecvenţe mai mari chiar de 10 000 Hz.

Căştile

Emisiile staţiilor radio pot fi ascultate şi cu ajutorul căştilor. Acestea au o largă utilizare, mai ales în traficul de amator.

Din punct de vedere constructiv, căştile se împart în două categorii : electromagnetice şi piezoelectrice.

Căştile electromagnetice. Cînd în 1876 A. G. Bell a primit brevetul pentru un „aparat care transmite vorba la distanţă", el inventa, aşa cum am mai spus, două aparate — unul care transforma sunetele în curent electric alternativ (microfonul) şi altul care transforma curentul electric alternativ în sunete (casca telefonică). Dar aceste „două" aparate erau de fapt unul singur ; deoarece în instalaţia telefonică a lui Bell emiţătorul era, simultan, şi receptor. Dacă timpul nu i-a consacrat funcţia de emiţător (înlocuindu-l cu microfonul cu cărbune), cea de receptor i-a consacrat-o cu prisosinţă. Şi astăzi, principial, receptorul telefonic nu diferă de strămoşul său de acum o sută de ani.

Căştile electromagnetice folosite astăzi de radioamatori sînt alcătuite din două receptoare telefonice menţinute una de alta cu ajutorul uneia sau a două benzi metalice, care permite aşezarea lor pe urechi. Acestea transformă curentul de audiofrec-

venţă, obţinut la ieşirea receptoarelor în urma detecţiei, în vibraţii sonore.

În fig. 54 se arată părţile componente ale unei căşti. Se poate observa că ea este alcătuită din doi electromagneţi, ale căror bobine primesc curentul de audiofrecvenţă. Acţiunea electromagneţilor este mărită prin adăugarea unui magnet permanent, de formă circulară, aflat în contact cu miezul electromagneţilor. Magnetizarea acestora este variabilă, corespunzînd variaţiilor curentului; ca atare, atrag sau resping o membrană metalică subţire (diafragma). Aceasta face să vibreze în aceeaşi cadenţă aerul aflat între ea şi ureche, astfel că sunetele iniţiale sînt reproduse.

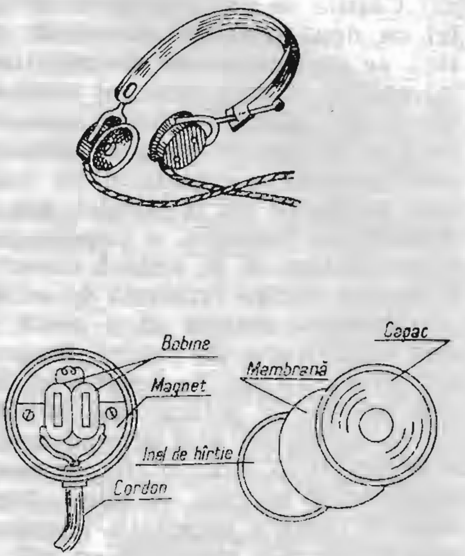


FIG. 54

Căştile sînt polarizate şi trebuie ţinut seama de acest lucru cînd le conectăm direct în circuitul anodic al unui receptor, pentru a se evita demagnetizarea lor. Polul pozitiv (în general indicat printr-un conductor de conexiune roşu) va fi legat la borna pozitivă a sursei anodice, iar polul negativ, la anodul tubului electronic amplificator de audiofrecvenţă. Totuşi nu se recomandă acest mod de conectare, deoarece există pericolul de electrocutare între cască — aflată de obicei la un potenţial pozitiv destul de ridicat — şi masă, reprezentată prin şasiul receptorului. De aceea este indicată conectarea căştii printr-un transformator sau condensator. În ultimul caz, condensatorul se leagă la anodul tubului electronic amplificator de audiofrecvenţă, în serie cu unul din circuitele căştii, iar celălalt circuit al căştii se conectează la masă. Pentru un astfel de montaj, alimentarea cu curent continuu a anodului tubului electronic se realizează printr-o bobină de şoc cu miez de fier sau, în lipsă, prin înfăşurarea primară a unui transformator de ieşire de audiofrecvenţă, ori chiar a unui transformator de sonerie. Cît priveşte condensatorul menţionat, el va avea capacitatea cuprinsă între

0,1 şi 1μF, iar tensiunea sa de lucru va fi egală cel puţin cu dublul tensiunii anodice aplicate tubului electronic.

Impedanţa căştilor depinde de numărul de spire al electromagnetului, fiind direct proporţională cu acesta. Menţionăm că cele două bobine ale electromagneţilor sînt alcătuite din cîteva mii de spire de conductor foarte subţire (0,05. . .0,07 mm) emailat. De preferinţă vom întrebuinţa căşti cu impedanţă mare (2 000 . . .4 000 Ω), deci cu un număr mare de spire.

Căştile se pot lega în serie şi în paralel, permiţînd în acest fel ca două persoane să poată asculta simultan. În ambele cazuri, se va ţine seama de polaritatea căştilor, legînd în serie polul pozitiv al unei căşti cu polul negativ al celeilalte, sau legînd împreună polii cu aceeaşi polaritate. La legarea în serie este necesar ca ambele căşti să aibă aceeaşi impedanţă, pentru o repartiţie egală a curentului. În cazul impedanţelor diferite, vom face montarea lor în paralel, dar şi aceasta între anumite limite, întrucît, de exemplu, o impedanţă foarte mică conectată cu una mare va face să se reducă curentul în casca cu impedanţa mare şi deci ca audiţia furnizată de ea să fie slabă.

Atragem atenţia că o cască nu poate fi conectată după un etaj amplificator de putere, deoarece nu va putea suporta curentul intens debitat de acest etaj. Într-un asemenea caz căştile se vor conecta la primul etaj amplificator de audiofrecvenţă.

Şi acum, un sfat privind modul de încercare a validităţii şi a sensibilităţii căştilor. Se umezesc cu puţină salivă bananele căştii, apoi acestea se ating. Dacă în momentul contactului se aude în cască o pocnitură, înseamnă că ea este bună ; cu cît pocnitura este mai puternică cu atît casca este mai sensibilă. Cauza zgomotului produs se datoreşte unei pile electrice foarte slabe, produse prin umezirea bananelor căştii.

După un anumit timp de funcţionare sensibilitatea căştilor scade, ca urmare a demagnetizării. O metodă simplă de înlăturare a neajunsului constă în remagnetizarea căştilor. În regim propriu, aceasta se face conectînd bananele căştilor pentru o secundă (nu mai mult, fiindcă bobinele electromagneţilor se ard) la o tensiune continuă de 200. . .300 V, luată de la un redresor. Astfel, puternicul cîmp magnetic creat de bobine remagnetizează magnetul căştii.

Căştile piezoelectrice. Funcţionarea acestor căşti se bazează pe aşa-numitul „efect piezoelectric", pe care l-am prezentat mai pe larg cînd am vorbit de microfonul piezoelectric. Ca aspect, o astfel de cască nu se deosebeşte prea mult de una electromagnetică. Dar faţă de ea are o serie de calităţi (dar şi de defecte).

Astfel, casca piezoelectrică este mult superioară din punct de vedere al fidelității reproducerii și al sensibilității. Costul ei este însă mai ridicat și, în comparație cu cea electromagnetică, este deosebit de fragilă.

Constructiv, casca piezoelectrică este alcătuită din elementul piezoelectric (două plăcuțe subțiri din cristale de sare Seignette) prevăzut cu două contacte metalice, dispuse la colțuri opuse, de care sînt fixate cîte un conductor metalic. Elementul piezoelectric este fixat în trei colțuri de carcasa căștii, cel de-al patrulea colț, liber, fiind în legătură cu o membrană conică din staniol.

Funcționarea căștii este simplă: sub acțiunea curenților alternativi de audiofrecvență elementul piezoelectric începe să vibreze, vibrațiile sînt transmise membranei, iar aceasta le amplifică transformîndu-le în sunete.

Pentru protecția căștilor, bornele unde acestea se conectează sînt șuntate. de obicei, cu o rezistență de 1 . . . 2 MΩ.

Difuzoarele

Odată cu evoluția radiotehnicii și perfecționarea tehnologiilor de fabricare a pieselor radio, pentru recepționarea programelor stațiilor de emisie casca de radio n-a mai satisfăcut ascultătorii. Ea a rămas indispensabilă radioamatorului de unde scurte. Pentru toți ceilalți, odată cu mărirea puterii etajului de amplificare de audiofrecvență (prin folosirea tuburilor electronice) s-a construit difuzorul.

Definiția difuzorului este simplă: difuzorul este un transformator electroacustic, capabil să transforme energia electrică de audiofrecvență în energie acustică și s-o radieze în spațiu. Trebuie menționat că randamentul acestei transformări este foarte scăzut. De asemenea, difuzorul ridică probleme în realizarea unor tipuri capabile să asigure fidelitatea reproducerii, dimensiuni mici și un preț de cost scăzut.

Fabricile constructoare realizează diferite tipuri de difuzoare a căror clasificare se poate face din mai multe puncte de vedere. Cea mai folosită clasificare este aceea care ține seama de interacțiunea cîmpurilor electrice asupra sarcinilor electrice, ori a cîmpurilor magnetice asupra curenților electrici în producerea sunetelor. Astfel, conform criteriilor mai sus enunțate, din prima categorie fac parte difuzoarele electrostrictive, electrostatice și piezoelectrice. Din a doua categorie — difuzoarele electromagnetice, dinamice și magnetostrictive.

Deşi industria de piese radio pune la dispoziţia fabricilor constructoare, ca şi a amatorilor dealtfel, diferitele tipuri de difuzoare amintite mai sus, totuşi în practică se folosesc cele piezoelectrice, electrostatice şi, mai ales, cele dinamice. În cele ce urmează ne vom opri asupra acestora.

Difuzorul electrostatic. Performanţe foarte bune în redarea frecvenţelor înalte, mai mari de 1 000 Hz, se obţin cu ajutorul difuzorului electrostatic.

Funcţionarea acestui tip de difuzor se bazează pe atracţia sarcinilor electrice de sens contrar şi respingerea celor de acelaşi semn, principiu cunoscut din fizică şi studiat la capitolul privind electricitatea statică. Un astfel de difuzor are o alcătuire foarte simplă (fig. 55). Principial, el este alcătuit dintr-o membrană conductoare subţire (A), aşezată în faţa unei plăci metalice (B), între ele rămînînd un spaţiu izolator. Deci, membrana şi placa alcătuiesc un condensator, dielectricul fiind aerul. Dacă armăturile condensatorului se conectează la polii unei baterii electrice, ele se încarcă cu sarcini electrice de semn contrar. Ca urmare, apare o forţă statică de atracţie, care va determina membrana (ea fiind elastică), să se apropie de placă. Aplicînd peste tensiunea continuă o tensiune alternativă de audiofrecvenţă — prin intermediul unui transformator — membrana va vibra corespunzător variaţiei curentului, deoarece în semiperioada negativă atracţia plăcii va scădea, iar în cea pozitivă va creşte.

Acesta reprezintă principiul de funcţionare al difuzorului electrostatic. Realizarea sa practică nu diferă prea mult. De exemplu, la difuzorul sovietic de tipul SKL-100, membrana este confecţionată din stiroflex gros de 20 microni. Pe partea exterioară ea este acoperită cu o peliculă de aur, groasă de 0,1 microni, care constituie unul din electrozii difuzorului. Al doilea electrod este reprezentat de o sită metalică foarte fină (diametrul ochiurilor 0,6 mm), cu forma asemănătoare membranei de stiroflex. Un ştift cu arc presează continuu sita de membrană. Întregul ansamblu este protejat de o carcasă din material plastic şi un capac metalic perforat. Pentru crearea cîmpului electric trebuie să i se aplice difuzorului (între pelicula de aur şi sita metalică) o tensiune de 250—300 V.

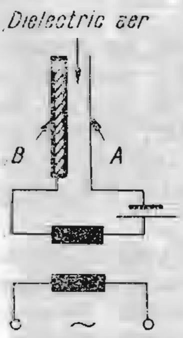


FIG. 55

Ceea ce atrage la acest tip de difuzor este lipsa membranei. Iniţial, difuzoarele electrostatice aveau forme circulare şi semă-

nau cu microfoanele. Astăzi se construiesc difuzoare plane, de formă dreptunghiulară.

Iată avantajele difuzorului electrostatic: forța de acționare se aplică întregii suprafețe a membranei; masa membranei este foarte mică și de aceea poate reda bine frecvențele înalte; distorsiunile de neliniaritate sînt foarte mici. Iată și dezavantajele: imposibilitatea redării frecvențelor joase; dificultatea adaptării la amplificatorul final a sarcinii capacitive reprezentate de difuzor (în cazul difuzorului SKL—100 capacitatea proprie a sistemului mobil este de cca 1 600 pF).

Difuzorul piezoelectric. Pentru lărgirea limitei superioare a frecvențelor audio reproduse de radioreceptoare se folosesc, în diferite combinații cu alte difuzoare, și difuzoarele piezoelectrice. Principiul lor de funcționare se bazează pe proprietățile piezoelectrice ale anumitor cristale.

Un difuzor piezoelectric este format dintr-un cristal fixat de o membrană. Pentru ca difuzorul să reproducă sunete, cristalului i se aplică tensiunea de audiofrecvență. Datorită efectului piezoelectric și sub influența cîmpului electric alternativ, cristalul va vibra și va acționa membrana difuzorului, care va radia undele sonore.

Primele difuzoare piezoelectrice aveau cristale din sare Seignette. Ele nu și-au găsit însă o largă aplicație, datorită fragilității cristalului, pe de o parte și a dependenței caracteristicilor sale față de condițiile de temperatură și umiditate. Pentru înlăturarea acestor deficiențe s-au proiectat și realizat difuzoare cu cristale din piezoceramică, mult mai puțin sensibile la umiditate și incomparabil mai rezistente.

Puterile acustice oferite de acest tip de difuzor sînt relativ mici, datorită impedanței foarte mari (de cca 100 kΩ) a cristalului și a oscilațiilor sale cu amplitudini nu prea mari.

Difuzorul dinamic. Primul tip de difuzor folosit în radiotehnică a fost cel *electromagnetic cu paletă liberă*. Principial, el era de fapt o cască prevăzută cu un cornet acustic. Curînd locul său a fost luat de *difuzorul electromagnetic cu paletă echilibrată*. Aceste tipuri de difuzoare, neavînd randamentele și calitățile cerute de amplificatoarele de audiofrecvență tot mai perfecționate, au fost înlocuite de *difuzoarele dinamice*.

Funcție de datele constructive și de cele electrice, difuzoarele dinamice se pot grupa în mai multe categorii, ținînd seama de:

— forma constructivă: difuzor simplu, difuzor coaxial, difuzor multiplu;

— forma membranei: difuzor cu membrană circulară, difuzor cu membrană eliptică;

— domeniul frecvenţelor redate: difuzor cu bandă largă, difuzor pentru frecvenţe joase, difuzor pentru frecvenţe medii, difuzor pentru frecvenţe înalte.

Deşi realizat cu peste 90 de ani în urmă (în 1883), difuzorul dinamic nu s-a impus decît în ultimii 40 de ani. Astăzi toate radioreceptoarele, televizoarele, combinele muzicale, magnetofoanele etc. sînt echipate cu difuzoare dinamice. Larga lui răspîndire se datorează calităţilor deosebite de redare (poate acoperi game foarte largi de frecvenţe; unele tipuri de la 20—20 000 Hz), uşurinţa de adaptare la tuburile electronice finale (deoarece impedanţa sa variază destul de puţin cu frecvenţa), posibilitatea de a fi fabricat uşor în serie şi la preţuri accesibile etc.

Principiul de funcţionare al difuzorului dinamic se bazează pe acţiunea forţelor dinamice asupra unui conductor parcurs de curenţi, aflat într-un cîmp magnetic (legea lui Laplace). Dacă cîmpul magnetic este creat de un magnet permanent, difuzorul se numeşte *permanent dinamic*; dacă însă cîmpul magnetic este produs de un electromagnet (compus dintr-un miez de fier şi o bobină de excitaţie parcursă de curentul anodic), difuzorul se numeşte *electrodinamic*. Ambele au acelaşi principiu de funcţionare, deosebindu-se numai prin felul cum este creat cîmpul magnetic. Astăzi difuzoarele se construiesc mai ales cu magnet permanent, deoarece sînt mai ieftine, mai mici, mai uşoare, şi dau rezultate la fel de bune ca şi cele cu bobină de excitaţie.

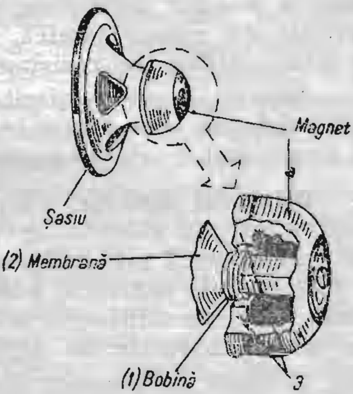


FIG. 56

Principalele elemente ale unui difuzor permanent dinamic (fig. 56) sînt următoarele: sistemul mobil (membrana, centrajul — spider — şi bobina mobilă), circuitul magnetic (magnetul şi piesele polare), şasiul. Aşa cum se vede din figură, bobina mobilă (*1*), solidară fiind cu membrana (2), se poate mişca între piesele polare (3). Dacă prin bobină trece un curent alternativ de audiofrecvenţă, ia naştere o forţă care acţionează asupra ei, forţa ce

este proporţională cu valoarea instantanee a intensităţii curentului şi-şi schimbă sensul la fiecare semialternanţă. Ca urmare, bobina se va mişca în spaţiul dintre polii magnetului (întrefier) cu aceeaşi frecvenţă ca şi a curentului care o parcurge. Bobina fiind fixată de membrană, o va pune pe aceasta în mişcare, obligînd-o să vibreze, transformînd astfel energia mecanică în energie sonoră. În concluzie, putem spune că bobina mobilă este „motorul difuzorului", elementul capabil să transforme energia electrică în energie mecanică.

Să ne oprim puţin asupra elementelor constitutive ale unui difuzor permanent dinamic.

Bobina mobilă se realizează din conductor de cupru sau aluminiu, înfăşurat de obicei pe o carcasă de hîrtie. Aceasta, pentru ca să aibă o greutate cît mai mică, să ocupe un spaţiu de asemenea mic, şi să se mişte uşor în întrefierul magnetului. Numărul de spire al bobinei este redus, impedanţa sa fiind, în general, de 3 . . . 15 Ω.

Bobina mobilă formează împreună cu membrana sistemul mobil al difuzorului. De aceea ele sînt fixate rigid, prin lipirea carcasei bobinei de membrană. Dacă bobina mobilă este considerată „motorul difuzorului", membrana este aceea care determină „randamentul" lui, adică banda de frecvenţe reprodusă şi puterea admisibilă. De aceea realizarea unei membrane necesită un studiu aprofundat, care are în vedere dimensiunile, forma şi greutatea, materialul utilizat la confecţionarea ei etc.

Fabricile constructoare realizează diferite tipuri de membrane, ca formă şi dimensiuni, în funcţie de banda de frecvenţe pe care trebuie să le reproducă difuzorul. Ca formă, membranele pot fi circulare sau eliptice. Cele eliptice au avantajul că pot reproduce o bandă mai largă de frecvenţe. În secţiune, membranele pot avea forma conică sau exponenţială, ultima fiind utilizată mai ales la difuzoarele capabile să debiteze puteri mari, deoarece nu favorizează apariţia subarmonicilor. În industrie, membranele sînt realizate, conform diferitelor procese tehnologice, din pastă de celuloză.

La punctul de unire al bobinei mobile cu membrana se găseşte centrajul (spiderul), o piesă care serveşte la ghidarea corectă a bobinei în întrefier, precum şi la protecţia acestuia de praf, pilitură de fier etc. Centrajul permite bobinei să vibreze axial, fără să se frece de piesele polare şi deci fără să producă distorsiuni. El se confecţionează din hîrtie, pînză bachelitizată, textolit, nylon etc.

Magnetul se realizează prin turnare din aliaje speciale de oţel sau prin presare din oxizi de fier. Forma lui poate fi inelară

sau cilindrică. Suprafeţele lui paralele trebuie să fie perfect şlefuite, pentru ca suprafaţa de contact cu piesele polare să fie cît mai mare. Piesele polare sînt reprezentate prin flanşa superioară şi flanşa inferioară cu bolţ.

Şasiul difuzorului se confecţionează din oţel sau din aluminiu, fie prin turnare, fie prin ştanţare. Rostul lui este de a permite asamblarea pieselor ce formează difuzorul.

După cum aminteam la începutul acestui subcapitol, fabricile constructoare realizează diferite tipuri de difuzoare, capabile să reproducă o plajă mai largă de frecvenţe, ori una mai îngustă. Desigur, difuzoarele ce pot reproduce întreaga sau aproape întreaga gamă de frecvenţe audio sînt mai dificil de executat şi, deci mai scumpe. Pentru sisteme acustice ieftine se preferă difuzoare de dimensiuni medii, cu un spectru nu prea larg de frecvenţe, dar suficient pentru audiţii nepretenţioase. Acestea, numite *difuzoare standard*, se produc în serie mare, au un preţ redus şi echipează majoritatea radioreceptoarelor, televizoarelor şi magnetofoanelor.

Odată cu dezvoltarea industriei semiconductoarelor şi realizarea circuitelor imprimate, dimensiunile radioreceptoarelor au scăzut considerabil. Cum în astfel de montaje nu puteau fi introduse difuzoare obişnuite, s-au fabricat difuzoare cu gabarit redus, menite să echipeze aparatele portabile sau de buzunar. Aceste difuzoare sînt tot permanent dinamice, dar dimensiunile lor sînt reduse. Obişnuit ele sînt circulare, au diametrul cuprins între 46 şi 92 mm, iar puterea de 0,1 pînă la 0,5 W. Calităţile lor acustice nu pot concura cu ale difuzoarelor de dimensiuni mari, datorită membranei lor mici.

Pentru îmbunătăţirea calităţii redării sunetelor s-au construit şi difuzoare compuse, coaxiale, multiple, alcătuite din două sau mai multe difuzoare, calculate ca să reproducă diferite frecvenţe. Astfel, s-au realizat agregate acustice formate din două difuzoare permanent dinamice — unul de dimensiuni mari, celălalt de dimensiuni reduse — aşezate concentric, capabile să reproducă întreaga gamă de frecvenţe cuprinse între 40 şi 15 000 Hz. Alte agregate acustice sînt formate dintr-un difuzor permanent dinamic de dimensiuni mari şi alte două, tot permanent dinamice, minuscule, plasate convenabil în interiorul scobiturii membranei. Agregatele pot fi realizate şi prin asocierea unui difuzor permanent dinamic eliptic cu unul electrostatic, fixat de şasiul difuzorului eliptic, în faţa membranei. Toate aceste artificii urmăresc obţinerea unui agregat acustic capabil de a reproduce, cît mai fidel şi fără distorsiuni, o bandă largă de frecvenţe audio ; totodată,

agregatul ocupă un spaţiu mult mai mic decît difuzoarele pe care le înlocuieşte.

Parametrii difuzorului dinamic. Iată mai jos principalii parametri tehnici ai difuzorului dinamic. Cu ajutorul lor difuzorul se poate exploata raţional.

Puterea nominală: reprezintă puterea electrică consumată la bornele de intrare, în anumite condiţii de temperatură, frecvenţă (1 000 Hz) şi distorsiuni (4 . . . 5%). Se măsoară în volţi-amperi (VA) sau în waţi (W). În general, puterea nominală poate fi definită ca puterea electrică medie absorbită de difuzor fără ca acesta să se încălzească sau membrana să se deformeze.

Impedanţa: reprezintă rezistenţa în curent alternativ de audiofrecvenţă a bobinei mobile. Se măsoară în ohmi (Ω), la frecvenţe standard, de 800 Hz sau 1 000 Hz.

Randamentul: reprezintă raportul între puterea acustică radiată şi puterea reală electrică absorbită. Randamentul variază odată cu frecvenţa. La frecvenţa de rezonanţă randamentul este maxim.

Frecvenţa de rezonanţă: reprezintă frecvenţa la care membrana difuzorului intră în rezonanţă. Se măsoară în herţi (Hz).

Dimensiunile: reprezintă dimensiunile fizice ale difuzorului (diametrul membranei, distanţa dintre găurile de fixare, înălţimea — *h*, greutatea etc.).

În afara acestor parametri se mai ţine seama de: eficacitatea difuzorului, caracteristica de răspuns, caracteristica de directivitate, distorsiunile neliniare, presiunea acustică standard, domeniul nominal de frecvenţă.

Pentru documentarea radioconstructorilor dăm în tabelul 13 cîţiva din parametrii tehnici ai unor difuzoare produse în ţară, la Uzinele Electronica.

Tabelul 13

Tipul difuzorului	Dimensiuni în mm; h — înălţimea, în mm	Greutatea în kg	Puterea nominală în VA	Domeniul nominal de frecvenţă, în Hz	Impedanta nominală în Ω	Alte date
P 21 458	155×103; *h*=52,8	0,440	3	90 . . . 15 000	4	eliptic
P 21 465	183×133; *h*=78,3	0,470	3	68 . . . 12 000	4	eliptic
P 21 480	233×160; *h*=72,8	0,525	6	60 . . . 12 000	4	eliptic
P 21 460	∅ 105; *h*=50	0,160	3	123 . . . 9 000	3	circular

Tabel 13 (continuare)

Tipul difuzorului	Dimensiuni în mm; h — înălțimea, în mm	Greutatea în kg	Puterea nominală în VA	Domeniul nominal de frecvență, în Hz	Impedanța nominală în Ω	Alte date
P 32 628	∅ 155; $h=46,9$	0,250	3	71 ... 15 000	750	Circular, cu magnet montat în fața membranei
P 21 483	∅ 216; $h=111,6$	1,8	10	40 ... 16 000	6	Pentru reproduceri Hi-Fi

Circuite oscilante

După cum se știe, antenele de recepție captează din spațiu undele radio, indiferent de lungimea lor de undă. În antenă ele creează curenți care sînt trimiși prin fider radioreceptorului. În asemenea condiții este absolut necesar ca fiecare stație de emisie să aibă o lungime de undă stabilită, care să nu mai fie întrebuințată de altă stație, pentru a nu se produce interferențe. În al doilea rînd, radioreceptorul trebuie să permită selecționarea emisiunilor dorite, din multitudinea celorlalte emisiuni captate de antenă.

Această selecție se face cu ajutorul *circuitului oscilant.*

Mai înainte, însă, de a afla „secretele" acestui circuit, este necesar să ne familiarizăm cu cîteva noțiuni referitoare la oscilații.

Oscilații

Fenomene oscilante întîlnim la tot pasul în jurul nostru. Vibrațiile, sunetele, lumina, undele radio — iată numai cîteva dintre ele.

Pentru a ne reaminti unele noțiuni, să facem o experiență imaginară. Să ne închipuim un pendul, alcătuit dintr-o greutate atîrnată de o sfoară. Dacă scoatem pendulul din poziția de echilibru, adică tragem într-o parte greutatea, de pildă în stînga, și-i dăm drumul, constatăm că, trecînd prin poziția de echilibru, ea își continuă mișcarea pînă într-un punct, situat în partea dreaptă. Aici se oprește puțin și pornește din nou spre stînga, pînă într-un punct, ca să se reîntoarcă spre dreapta, mișcarea sa continuînd periodic, pînă ce pendulul se oprește. După cum știm, o mișcare se numește *periodică* dacă se repetă continuu în intervale de timp egale, numite *perioade* (T).

Dacă fixăm de greutate un creion, punem pendulul în mișcare, iar sub creion așezăm o bandă de hîrtie, pe care o antrenăm

într-o mişcare uniformă, constatăm că pe hîrtie creionul trasează o curbă regulată (fig. 57), numită *sinusoidă*.

Astfel de mişcări periodice se numesc *oscilaţii* ; ele sînt caracterizate de anumite mărimi. În primul rînd, o oscilaţie poate avea *perioada* mai mică sau mai mare. În cazul pendulului din

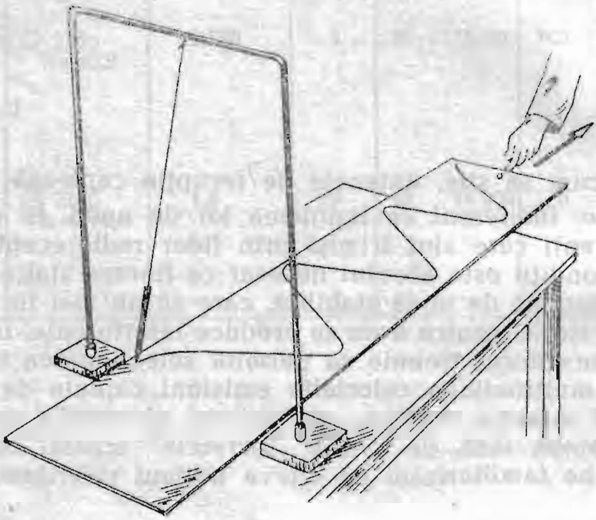


FIG. 57

experienţa imaginară, dacă-i scurtăm sfoara el se va mişca mai repede *frecvenţa* oscilaţiilor sale va creşte. Reamintim că prin *frecvenţă* (f) se înţelege numărul oscilaţiilor pe secundă. În al doilea rînd, oscilaţiile se caracterizează prin *amplitudinea* lor, adică prin deplasarea maximă a pendulului faţă de poziţia de echilibru.

Să ne oprim acum şi să facem o legătură între poziţia şi viteza pendulului la un moment dat. Astfel, la capătul cursei (cînd greutatea pendulului se află la extrema dreaptă sau stîngă), greutatea rămîne un timp foarte scurt pe loc, deci atunci viteza sa este zero. Din contră, cînd parcurge drumul dintre punctele extreme, în momentul cînd trece prin punctul ce marchează poziţia de echilibru, are viteza maximă. Deci, cu alte cuvinte : cînd greutatea pendulului se află în punctele cele mai înalte are viteza cea mai mică şi, din contră, cînd se află în punctul cel mai coborît are viteza cea mai mare.

În sfîrşit, a treia mărime caracteristică a oscilaţiilor este *faza*, măsurată prin intervalul de timp dintre originea mişcării oscilante şi o origină arbitrară a timpului.

Oscilaţii se pot produce şi în circuite electrice. De exemplu, dacă se încarcă un condensator, apoi armăturile acestuia sînt şuntate de o rezistenţă, se constată descărcarea condensatorului. Intercalînd în circuitul condensator-rezistenţă şi un voltmetru, acesta indică scăderea treptată a tensiunii către zero, la început brusc, apoi din ce în ce mai lent. Spunem că descărcarea condensatorului s-a făcut *aperiodic*.

Înlocuind rezistenţa cu o bobină, lucrurile se schimbă. Descărcarea condensatorului nu mai este aperiodică, ci *periodică, oscilatorie*. Rezultă, deci, că în cazul unui circuit format dintr-un condensator şi o bobină se produc *oscilaţii electrice*. Circuitul condensator-bobină poartă numele de *circuit oscilant*.

Funcţionarea circuitului oscilant

Se poate face o analogie între oscilaţiile pendulului şi cele ale unui circuit oscilant, deoarece atît oscilaţiile unuia cît şi ale celuilalt sînt caracterizate de: amplitudine, perioadă şi frecvenţă. Aceste mărimi le-am întîlnit şi în cazul curentului electric alternativ, care este o oscilaţie de natură electrică, produsă de electronii ce se deplasează cînd într-un sens, cînd în celălalt.

În radiotehnică oscilaţiile electrice (deci curent alternativ) se produc cu ajutorul circuitului oscilant, constituit dintr-o bobină şi un condensator. Să vedem cum funcţionează un astfel de ansamblu (fig. 58).

Să presupunem că am încărcat condensatorul: pe una din armăturile sale s-au adunat sarcini pozitive, iar pe cealaltă sarcini negative. Deci, la bornele condensatorului se va găsi o tensiune U. Condensatorul a acumulat energie, ca şi pendulul din exemplul, anterior, cînd a fost scos din poziţia de echilibru. În momentul $t=0$, cînd am închis întreruptorul K — deci am conectat bobina la armăturile condensatorului — energia circuitului este concentrată în cîmpul electric dintre armăturile condensatorului. Electronii de pe armătura negativă se vor deplasa pe cea pozitivă, iar prin bobină va începe să circule un curent I, care creşte pe măsură ce U scade; acestea se petrec într-un sfert din perioada de oscilaţie $\left(\frac{T}{4}\right)$. După cum se poate vedea pe grafic, curentul este defazat faţă de tensiune, ca urmare a fenomenului de autoinducţie produs în bobină (*a* — fig. 58). Trecînd

prin bobină, curentul de descărcare produce un cîmp magnetic (B), a cărui valoare creşte odată cu curentul. Deci, în momentul $\frac{T}{4}$, întreaga energie a circuitului nu mai este concentrată între plăcile condensatorului (ca iniţial), ci în cîmpul magnetic al bobinei. Deşi tensiunea este nulă, curentul continuă să circule, va-

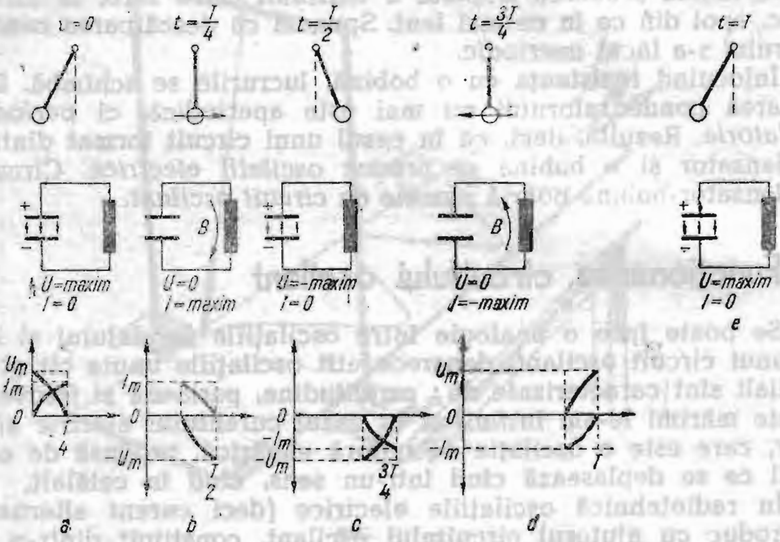


FIG. 58

loarea lui scăzînd, dar nu brusc, datorită fenomenului de autoinducţie (b — fig. 58). Deplasarea electronilor continuă în acelaşi sens, ei concentrîndu-se pe cealaltă armătură a condensatorului, care iniţial fusese pozitivă. Deci condensatorul s-a reîncărcat, dar în sens contrar fazei iniţiale. Cînd tensiunea inversă atinge pe condensator valoarea maximă (U), curentul în bobină devine zero şi deplasarea de electroni încetează. Ne găsim într-o stare analoagă stării a din fig. 58, numai că s-a schimbat polaritatea tensiunii. Continuînd analogia cu pendulul, putem spune că fenomenul este asemănător : pornit dintr-un punct oarecare, pendulul nu se opreşte în poziţia de echilibru, ci îşi continuă deplasarea în sens opus, înmagazinînd o nouă cantitate de energie.

Din momentul $\frac{T}{2}$ fenomenele se repetă, dar în sens contrar.

Condensatorul se descarcă (c — fig. 58), iar prin bobină circulă un curent de sens contrar, care reîncarcă condensatorul cu tensiunea autoindusă în bobină (*d* — fig. 58). În final (e — fig. 58) ajungem la starea inițială (*a*). Însumînd variațiile tensiunilor și curenților se obține graficul oscilației într-o perioadă. În continuare, fenomenul se repetă identic, pînă la amortizarea completă a oscilațiilor.

În concluzie, putem spune că: în primul și al treilea sfert de perioadă (vezi figura), fenomenele sînt determinate de descărcarea condensatorului, iar în al doilea și al patrulea sfert de perioadă, de autoinducția care provoacă în bobină tensiunea de reîncărcare a condensatorului. Rezultă că în circuitul oscilant se produc oscilații atît ale cîmpului electric, cît și ale cîmpului de inducție magnetică. De asemenea, că în timpul oscilațiilor energia cîmpului electric și energia cîmpului magnetic se transformă succesiv una într-alta. Deci, ca și în cazul pendulului, energia cinetică este transformată în energie potențială și invers.

Oscilații amortizate și întreținute

Oricine poate constata că oscilațiile unui pendul au amplitudinea din ce în ce mai mică, pînă ce pendulul se oprește. Oscilațiile a căror amplitudine scade continuu se numesc *amortizate*. În cazul pendulului amortizarea oscilațiilor se datorește frecărilor cu aerul și cu punctul de susținere. În cazul circuitului oscilant, amortizarea oscilațiilor se produce datorită rezistențelor din circuit, care transformă la fiecare perioadă o parte din energia electrică în energie termică ce se degajă, astfel că treptat energia care pendulează în circuit scade pînă la dispariție, transformîndu-se în căldură. Dacă, însă, se transmite pendulului sau circuitului oscilant energia pierdută, se compensează amortizarea și se obțin oscilații *neamortizate* sau *întreținute*.

Pentru a menține oscilația pendulului, trebuie ca din cînd în cînd să i se mai dea cîte un mic șoc. La ceasornicele-pendul pierderile de energie se compensează prin energia înmagazinată în resort, atunci cînd se ridică greutățile.

La fel se poate proceda și cu circuitul electric, căruia, pentru a-i menține oscilațiile, îi furnizăm mereu energie de la o baterie.

În cazul ceasornicului, la fiecare bătaie a pendulului, i se comunică acestuia o cantitate mică de energie de la resort. Aceasta este posibil deoarece bătaia pendulului este lentă — o dată pe secundă.

La circuitele oscilante situaţia este mai dificilă, deoarece frecvenţa oscilaţiilor este foarte mare — de sute de mii şi de milioane de ori pe secundă — iar uneori chiar cu mult mai mult. În asemenea cazuri, este nevoie de un comutator foarte rapid, care să permită trimiterea energiei electrice în circuitul oscilant. Un astfel de comutator rapid, potrivit pentru scopul nostru, este tubul electronic (de pildă, trioda). Schematic, putem să ne închipuim un oscilator ca în fig. 59-*a*. În acest caz, întrerupătorul este închis automat la fiecare perioadă, chiar de către oscilaţia din circuitul *LC*. Cînd *K* se închide, se injectează o doză de energie în circuit. Desigur că întreruptorul *K* nu poate fi un întreruptor mecanic, ci tot unul electric, care se realizează, cum am mai spus, cu ajutorul unui tub electronic.

În fig. 59-*b* se arată cum se pot obţine oscilaţii întreţinute cu ajutorul unui circuit oscilant *LC* conectat în circuitul anodic al unei triode. Faţă de montajul din fig. 59-*a* a intervenit o schimbare : locul întreruptorului *K* a fost luat de tubul electronic cuplat inductiv prin bobina *L′*. Cum funcţionează acest circuit oscilant ? Cînd curentul din bobina *L* variază, în bobina *L′* se naşte o tensiune electromotoare de inducţie care acţionează asupra grilei triodei, aceasta avînd rolul unei „supape". Prin această „supapă" se trimite periodic circuitului oscilant energia necesară pentru menţinerea oscilaţiilor întreţinute. Oscilaţiile tensiunii din

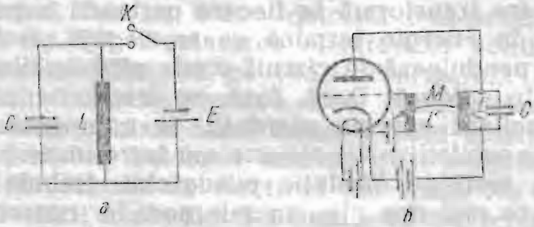


FIG. 59

circuitul *LC* au amplitudine constantă, pierderile de energie fiind compensate în fiecare perioadă, la momentul potrivit, de energia sursei de tensiune anodică. Dar asupra acestui fenomen, foarte important, vom mai reveni cu ocazia montajelor de radioreceptoare şi radioemiţătoare.

Frecvența proprie de oscilație și rezonanță

Din fizică se știe că frecvența oscilațiilor unui pendul mecanic depinde de lungimea lui (în cazul experienței noastre imaginare — de lungimea firului de care este legată greutatea). La fel, în cazul circuitului oscilant, oscilațiile acestuia au o anumită frecvență, numită *frecvență proprie de oscilație* care, la rîndul său, depinde de inductanța bobinei (L) și capacitatea condensatorului (C). Cu cît inductanța și capacitatea vor fi mai mici, cu atît frecvența proprie de oscilație a circuitului va fi mai mare și invers. Așadar, dacă frecvența oscilațiilor depinde de mărimile L și C, înseamnă că, alegînd pentru acestea valori potrivite, putem determina circuitul oscilant să producă oscilații cu frecvența pe care o dorim. Procesul prin care se modifică frecvența oscilațiilor se numește *acordarea circuitului.* În practică acest lucru se poate realiza cu ajutorul condensatoarelor variabile și a bobinelor cu inductanță variabilă.

Frecvența proprie de oscilație a unui circuit oscilant se mai numește și *frecvența de rezonanță.* Ea poate fi calculată cu ajutorul formulei lui Thomson :

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

în care :

f — frecvența de rezonanță ;
L — inductanța bobinei ;
C — capacitatea condensatorului.

În cele ce urmează să ne oprim asupra noțiunii de *rezonanță,* pentru a o lămuri. Să presupunem un circuit oscilant, alimentat de la o sursă de tensiune alternativă de frecvență diferită de frecvența de oscilație proprie. În cazul acesta circuitul *oscilează forțat* cu frecvența sursei. Drept urmare amplitudinea oscilațiilor produse în circuit va fi mică. Dacă printr-o metodă oarecare facem în așa fel ca frecvența oscilațiilor sursei să fie egală cu frecvența proprie de oscilație a circuitului, oscilațiile acestuia sînt întreținute de sursă și amplitudinea lor devine maximă. Spunem că circuitul oscilant este în *rezonanță* cu sursa exterioară de tensiune. Oscilațiile unui circuit pot intra în rezonanță cu oscilațiile produse de un alt circuit oscilant, fapt deosebit de important pentru emisia și recepția radio.

Pentru a vedea cum s-a dedus formula lui Thomson, să ne reamintim că în cazul unui circuit oscilant avem înseriate : o re-

zistență ohmică (R) (rezistența conductorului bobinei), o inductanță (L) și o capacitate (C). Impedanța acestui circuit este dată de relația :

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \quad [1]$$

Deoarece $X_L = L\omega$, iar $X_C = \frac{1}{C\omega}$, relația se mai poate scrie și așa :

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2} \quad [2]$$

Dar ω fiind pulsația, care este $2\pi f$, relația se mai poate scrie :

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(2\pi fL - \frac{1}{2\pi f C}\right)^2} \quad [3]$$

în care :

Z — impedanța circuitului, în Ω ;
X_L — reactanța inductivă a bobinei, în Ω ;
X_C — reactanța capacitivă a condensatorului, în Ω ;
R — rezistența ohmică a bobinei, în Ω ;
ω — pulsația curentului ;
L — inductanța bobinei, în H ;
C — capacitatea, în F ;
f — frecvența curentului, în Hz.

Revenind la circuitul oscilant, să presupunem că frecvența tensiunii alternative aplicate se mărește continuu. Drept urmare, reactanța inductivă crește, iar reactanța capacitivă scade, iar la o anumită frecvență ele devin egale, deci :

$$L\omega = \frac{1}{C\omega}$$

Rezultă că aceste valori anulîndu-se reciproc, în formula impedanței circuitului (relația 2) nu mai rămîne sub radical decît R^2, care are o valoare foarte mică. În condițiile acestea circuitul este în *rezonanță*, intensitatea curentului ce-l străbate fiind maximă, iar defazarea dintre tensiune și curent nulă.

Plecînd de la egalitatea de mai sus, se poate deduce pulsația (ω) :

$$L\omega = \frac{1}{C\omega}$$

$$\omega^2 = \frac{1}{LC}$$

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

Pulsaţia se mai poate scrie :

$$\omega = 2\pi f$$

Deci :

$$2\pi f = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

De unde se deduce frecvenţa de rezonanţă dată de formula lui Thomson :

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Cunoscînd valoarea frecvenţei de rezonanţă, se poate deduce şi perioada (T), care reprezintă intervalul de timp după care funcţia ia aceeaşi valoare. Perioada fiind inversul frecvenţei, adică :

$$T = \frac{1}{f}$$

rezultă că :

$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

Aceasta este o altă exprimare a formulei lui Thomson.

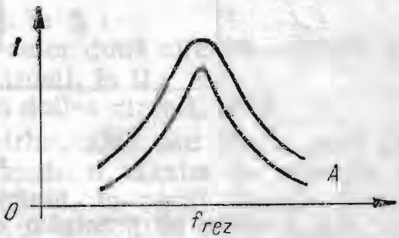


FIG. 60

Acordat pe o frecvenţă oarecare, un circuit oscilant se caracterizează printr-o anumită *curbă de rezonanţă* (fig. 60), care constă în repartizarea grafică a valorilor intensităţii sau ale tensiunii alternative, în funcţie de frecvenţa proprie de oscilaţie a circuitului.

Deosebim două feluri de rezonanţă, funcţie de tipul circuitului oscilant. În cazul circuitului oscilant paralel (fig. 61-*a* — sursa de oscilaţii forţate este în paralel cu circuitul), rezonanţa apare la un maxim de tensiune şi la un minim de intensitate aplicate la bornele circuitului ; are loc aşa-numita *rezonanţă paralelă* sau *rezonanţă de circuit*. În cazul circuitului oscilant serie (fig. 61-*b* — sursa de oscilaţii forţate este înseriată în circuitul

oscilant), rezonanţa apare la un maxim de intensitate şi un minim de tensiune aplicate circuitului; are loc aşa-numita *rezonanţă serie* sau *rezonanţă de tensiune*.

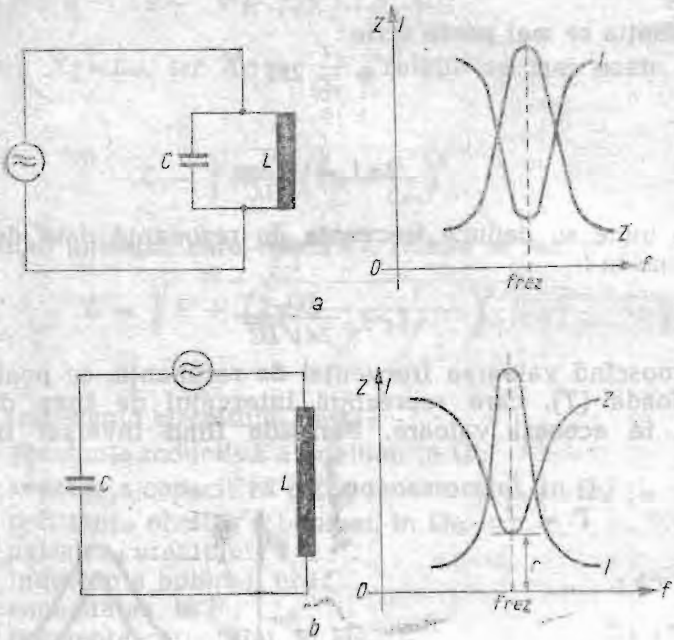


FIG. 61

Mai trebuie să precizăm că un circuit oscilant are proprietatea de a intra în rezonanţă cu un cîmp de frecvenţe cît mai îngust, care în cazul unui radioreceptor se traduce printr-o putere de separare a staţiilor de emisie, fenomen cunoscut sub numele de *selectivitate*. Cu alte cuvinte, selectivitatea — în ceea ce priveşte radioreceptoarele — reprezintă capacitatea acestora (respectiv a circuitelor lor acordate) de a separa semnalele staţiei dorite de semnalele altor staţii ce lucrează pe frecvenţe diferite.

Cuplarea circuitelor oscilante

Am avut ocazia să vedem în subcapitolul „Autoinducţia, inductanţa şi inducţia mutuală" că între două bobine, plasate

una lîngă alta sau una în interiorul alteia (reprezentînd în fond un transformator), energia se transferă de la una la alta în funcție de felul cum sînt cuplate.

Ca și bobinele, circuitele oscilante din radioreceptoare sau radioemițătoare sînt cuplate, în vederea transferului de energie (de pildă, în circuitul de acord al radioreceptoarelor se pune problema introducerii semnalelor captate de antenă în circuitul de acord și modul de conectare a elementului detector). În practică se întîlnesc trei tipuri principale de cuplaj : *direct* sau *galvanic* (care poate fi : capacitiv, inductiv sau rezistiv), *indirect* (care poate fi : capacitiv, electrostatic) și *electromagnetic*. De asemenea, se pot realiza practic și cuplaje mixte.

În cazul cuplării circuitelor oscilante, caracteristica valorii de cuplaj o constituie *coeficientul de cuplaj* (K), care depinde, ca în cazul a două bobine simple, de fluxul energetic din bobina primară ce acționează asupra celei secundare. Coeficientul de cuplaj se determină, în general, cu relația :

$$K = \frac{Z}{\sqrt{Z_1 Z_2}}$$

în care :

K = coeficientul de cuplaj, în % ;
Z = impedanța comună a celor două circuite cuplate, în Ω ;
Z_1 = impedanța primului circuit, în Ω ;
Z_2 = impedanța celui de-al doilea circuit, în Ω.

Practic, cuplajul poate fi *strîns, slab* sau *foarte slab* (larg). Este de menționat, însă, că transferul maxim de energie între circuite nu are loc, cum s-ar bănui, în cazul cuplajului maxim (strîns ori foarte strîns), ci în cazul *cuplajului critic* (K_{crt}). Schimbarea valorii cuplajului se face, în special, prin modificarea valorii capacități circuitului (în cazul circuitelor de acord se folosesc, de aceea, condensatoare variabile). Schimbînd valoarea cuplajului, nu se schimbă doar valoarea transferului cantității de energie de la un circuit la altul, ci și aspectul curbei de rezonanță a circuitului secundar. Urmărind fig. 62 se poate observa că în cazul cuplajului slab curba de rezonanță are o amplitudine mică. Dacă se atinge cuplajul critic, forma curbei capătă alt aspect, demonstrînd creșterea amplitudinii. Peste această valoare (cazurile cuplajelor strînse și foarte strînse) curba se lățește și apare așa-numita „cocoașă de cămilă", situație nedorită și evitată.

O mărime care caracterizează o bobină este *factorul de calitate*. Matematic, el este definit prin relația :

$$Q = \frac{L\omega}{R}$$

în care:

Q = factorul de calitate;
L = inductanța bobinei;
ω = pulsația $(2\pi f)$ oscilațiilor proprii;
R = rezistența ohmică a bobinei.

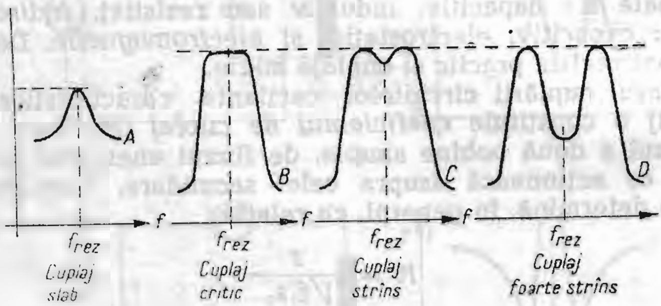


FIG. 62

În cazul cînd se ține seama și de valoarea capacității care formează cu bobina un circuit oscilant, de rezistența la rezonanță a circuitului, de rezistența bobinei ori de inductanța ei, atunci factorul de calitate poate fi exprimat prin relațiile:

$$Q = \frac{1\,000}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$$

$$Q = R_{rez}\sqrt{\frac{C}{L}}$$

$$Q = \frac{fL}{160\,R} = \frac{1{,}6\cdot 10^{8}}{fCR}$$

în care:

Q = factorul de calitate;
R = rezistența ohmică a bobinei, în Ω;
L = inductanța bobinei, în μH;
C = capacitatea, în pF;
R_{rez} = rezistența la rezonanță a circuitului, în Ω;
f = frecvența, în kHz.

Din punct de vedere fizic, factorul de calitate reprezintă aspectul curbei de rezonanță a circuitului oscilant. Dacă factorul

de calitate este bun, curba de rezonanță va fi ascuțită. În schimb, dacă factorul de calitate este slab, curba de rezonanță va fi aplatizată și se ivește pericolul apariției nedoritelor „cocoașe de cămilă". De aceea, factorul de calitate are o mare influență asupra proprietății circuitelor de a separa o frecvență de alta, știind că un circuit cu un factor de calitate mare va selecta (separa) foarte bine stațiile de emisie.

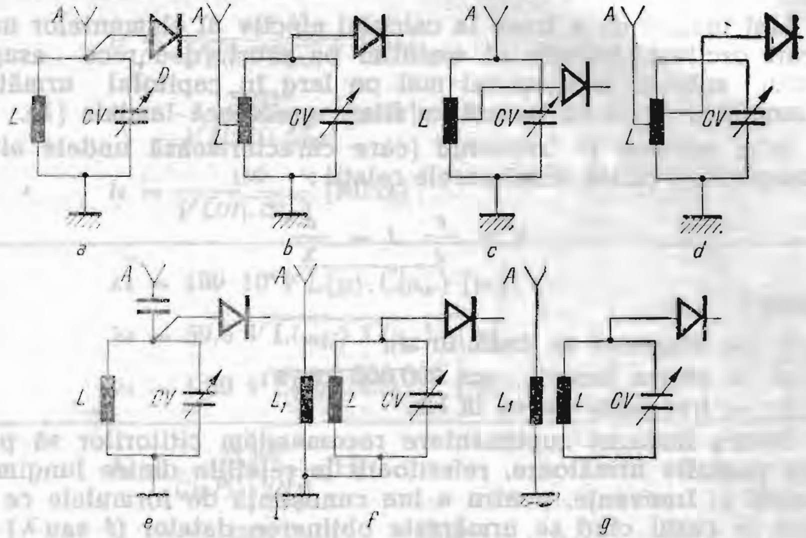


FIG. 63

În cele ce urmează prezentăm cîteva exemple mai reprezentative de cuplare, din combinarea cărora rezultă și alte modalități de cuplare a circuitelor. În fig. 63-*a* antena și elementul detector se cuplează la un capăt al circuitului, iar legătura cu pămîntul la capătul celălalt. Acest mod de conectare are dezavantajul că atît antena cît și elementul detector șuntează circuitul oscilant. O influență mai mare o are antena, care prin capacitatea sa produce dezacordul circuitului oscilant, slăbind în același timp și factorul de calitate al circuitului.

În fig. 63-*b* cuplajul antenei se face printr-o priză intermediară, prin aceasta reușindu-se să se micșoreze influența ei asupra circuitului. În fig. 63-c cuplajul se face prin autotransformator (elementul detector este cuplat la o priză a bobinei), iar în 63-*d*, atît antena cît și elementul detector sînt cuplate la

cîte o priză a bobinei. În 63-e este prezentat un cuplaj capacitiv, în care influența antenei este simțitor diminuată. O mică influență de șuntare a circuitului de către antenă o prezintă și cuplajul inductiv, numit și Bourne (fig. 63-*f*). În sfîrșit, mai este folosit și cuplajul Tesla, prin transformator de radiofrecvență (fig. 63-*g*).

Calculul elementelor unui circuit oscilant

Mai înainte de a trece la calculul efectiv al elementelor unui circuit oscilant, trebuie să amintim pe scurt (deoarece asupra acestui subiect vom reveni mai pe larg în capitolul următor) de *lungimea de undă*, notată cu litera grecească lambda (λ).

Intre aceasta și *frecvență* (care caracterizează undele electromagnetice) există următoarele relații :

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad f = \frac{c}{\lambda}$$

în care :

λ = lungimea de undă, în m ;
c = viteza luminii ; cca 300 000 km/s ;
f = frecvența undei, în Hz.

Pentru lămuriri suplimentare recomandăm cititorilor să parcurgă paginile următoare, referitoare la relațiile dintre lungimile de undă și frecvențe, pentru a lua cunoștință de formulele ce se aplică în cazul cînd se urmărește obținerea datelor (*f* sau λ) în Hz, kHz, MHz, sau m ori cm. Și acum să revenim la circuitul oscilant.

Așa cum afirmam în subcapitolul precedent, pentru ca un radioreceptor (de exemplu) să aibă proprietăți selective trebuie să conțină circuite oscilante. Un circuit oscilant constă, de obicei, dintr-o bobină și un condensator variabil sau fix. În afara acestor elemente care determină caracteristicile circuitului, acesta mai are o serie de capacități suplimentare (care iau naștere chiar în montajul ce-l include), precum și o rezistență proprie, concentrată mai ales în bobină. De aceste ultime două elemente se ține seama la proiectarea circuitelor.

În cele ce urmează ne vom ocupa de modul cum se determină valorile circuitelor oscilante, plecînd de la formula lui Thomson, precum și de la relația dintre frecvență și lungime de undă :

$$f = \frac{300\,000}{\lambda}; \quad f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Pentru uzul radioamatorilor au fost deduse mai multe relații, în funcție de unitățile de măsură folosite, cu ajutorul cărora pot fi determinate valorile frecvenței de rezonanță (f_0), ale lungimii de undă la rezonanță (λ_0), ale inductanței la rezonanță (L_0) și ale capacității de rezonanță (C_0). Relațiile de mai jos neglijează valoarea rezistenței circuitului și pot fi folosite atît în cazul circuitelor oscilante serie, cît și în cazul celor derivație :

---

[1] $$f_0 = \frac{159}{\sqrt{L(H) \cdot C(\mu F)}} \text{ [Hz]}$$

[2] $$f_0 = \frac{5\,033}{\sqrt{L(mH) \cdot C(pF)}} \text{ [kHz]}$$

[3] $$f_0 = \frac{150}{\sqrt{L(H) \cdot C(pF)}} \text{ [MHz]}$$

---

[1] $$\lambda_0 = 189 \cdot 10^4 \sqrt{L(H) \cdot C(\mu F)} \text{ [m]}$$

[2] $$\lambda_0 = 59{,}6 \sqrt{L(mH) \cdot C(\mu F)} \text{ [m]}$$

[3] $$\lambda_0 = 1{,}89 \sqrt{L(\mu H) \cdot C(pF)} \text{ [m]}$$

---

[1] $$L_0 = \frac{25\,300}{C(\mu F) \cdot f_0^2(Hz)} \text{ [H]}$$

[2] $$L_0 = \frac{25{,}3}{C(pF) \cdot f_0^2(MHz)} = \frac{\lambda_0^2(m)}{3\,550 \cdot C(pF)} \text{ [mH]}$$

[3] $$L_0 = \frac{25\,300}{C(pF) \cdot f_0^2(MHz)} = \frac{0{,}28\lambda_0^2(m)}{C(pF)} \text{ [}\mu\text{H]}$$

---

[1] $$C_0 = \frac{25\,300}{L(H) \cdot f_0^2(Hz)} \text{ [}\mu\text{F]}$$

[2] $$C_0 = \frac{25{,}3}{L(mH) \cdot f_0^2(MHz)} = \frac{\lambda_0^2(m)}{3\,550 \cdot L(mH)} \text{ [pF]}$$

[3] $$C_0 = \frac{25\,300}{L(\mu H) \cdot f_0^2(MHz)} = \frac{0{,}28\lambda_0^2(m)}{L(\mu H)} \text{ [pF]}$$

Aplicînd relațiile de mai sus, în funcție de elementele cunoscute, se pot determina, în urma unui calcul simplu, celelalte. Un

exemplu. Să presupunem că trebuie calculat și construit un circuit de acord alcătuit dintr-o bobină și un condensator variabil de 50 ... 500 pF, care să acopere lungimea de undă centrală de 80 metri.

Determinăm întîi frecvența de rezonanță (f_o) a circuitului plecînd de la relația de bază, deoarece avem toate elementele :

$$f_0 = \frac{300\,000}{\lambda_0} = \frac{300\,000}{80} = 3\,750 \text{ kHz}$$

în care :

f_0 = frecvența de rezonanță, în kH (deoarece viteza luminii s-a luat în km, iar lungimea de undă în m) ;

λ_0 = lungimea de undă la rezonanță, în m.

Valoarea inductanței o calculăm cu relația [3], privitoare la determinarea acestei mărimi, fără a ține seama de capacitatea proprie a bobinei și considerînd valoarea medie a condensatorului variabil, adică 250 pF :

$$L_0 = \frac{0{,}28\,\lambda_0^2}{C} = \frac{0{,}28 \times 80^2}{250} = 7\,\mu\text{H}$$

Deci, cu o bobină a cărei inductanță are 7 μH și cu o capacitate de 250 pF se poate confecționa un circuit oscilant care să se acorde pe lungimea de undă de 80 m. Dar condensatorul avînd valoarea minimă de 50 pF, iar cea maximă de 500 pF, rezultă că banda acoperită de acest circuit este cuprinsă între frecvența minimă (f_{min}) și frecvența maximă (f_{max}), ce variază în funcție de valoarea capacității (inductanța fiind fixă). Deci, folosind relația [3] referitoare la frecvențe și adăugînd capacitatea proprie a bobinei 10 pF (luată de noi arbitrar, pentru exemplificare), avem :

$$f_{min} = \frac{150}{\sqrt{L \cdot C}} = \frac{150}{\sqrt{7 \cdot (50+10)}} = \frac{150}{\sqrt{420}} = \frac{150}{20{,}5} \approx 7{,}31 \text{ MHz}$$

$$f_{max} = \frac{150}{\sqrt{L \cdot C}} = \frac{150}{\sqrt{7 \cdot (500+10)}} = \frac{150}{\sqrt{3\,570}} = \frac{150}{\sqrt{59{,}7}} \approx 2{,}5 \text{MHz}$$

Folosind acum relația clasică, cu ajutorul căreia se determină lungimea de undă cînd se cunoaște frecvența, aflăm :

$$\lambda_{min} = \frac{300\,000}{f_{min(kHz)}} = \frac{300\,000}{7\,310} \approx 41 \text{m}$$

$$\lambda_{max} = \frac{300\,000}{f_{max(kHz)}} = \frac{300\,000}{2\,500} \approx 120 \text{ m}$$

În final rezultă că folosind un circuit oscilant alcătuit dintr-o bobină cu inductanța 7μH și un condensator variabil de 50...500 pF, se poate acoperi o bandă de frecvențe cuprinse între 41 m și 120 m lungime de undă. Determinarea numărului de spire a inductanței și realizarea ei practică se fac conform indicațiilor date în capitolul următor.

Dimensionarea şi realizarea bobinelor

Toate receptoarele şi radioemiţătoarele propuse spre a fi construite de radioamatori sînt însoţite de recomandări practice privind valorile pieselor şi dimensiunile bobinelor (diametrul carcasei, diametrul conductorului, numărul de spire, inductanţa etc.).

Sînt însă cazuri cînd radioconstructorul trebuie să-şi proiecteze elementele circuitelor — în care bobinele au un rol esenţial — atunci cînd imaginează montaje noi. De asemenea, poate fi pus în situaţia să redimensioneze bobine, cînd n-are la dispoziţie materialul indicat în schemă (condensatorul variabil, carcasa, conductorul cu un anumit diametru etc.), ori doreşte să recepţioneze alte benzi decît cele propuse în schemă. De aceea, în cele ce urmează, prezentăm un număr de formule cu ajutorul cărora pot fi determinate elementele bobinelor din circuitele acordate.

Mai înainte, însă, este necesar să trecem în revistă tipurile de bobine. O primă clasificare împarte bobinele în: *bobine de radiofrecvenţă fără miez, bobine de radiofrecvenţă cu miez magnetic* şi *bobine de audiofrecvenţă cu miez*. Acestea, la rîndul lor, pot fi: cu un singur strat; cu mai multe straturi şi înfăşurare simplă; cu mai multe straturi, tip fagure; cu mai multe straturi, tip universal.

Calculul elementelor acestor bobine se face — aşa cum am spus mai sus — cu ajutorul unor formule, mai mult sau mai puţin precise, care permit radioamatorului să realizeze practic ansamblul dorit.

Bobine de radiofrecvenţă fără miez

În general, bobinele receptoarelor şi emiţătoarelor de unde scurte şi ultrascurte sînt realizate de amator pe carcase fără miez.

Bobine cu un singur strat. Reprezintă cele mai simple bobine. Se obțin prin înfășurarea conductorului sub formă de spire, într-un singur strat. Din punct de vedere constructiv pot fi realizate în trei variante: pe carcasă spiră lîngă spiră, pe carcasă cu pas și fără carcasă (pe aer).

Există mai multe formule de calcul utilizate în practică. Cele mai multe sînt aproximative, deoarece rezultatele practice depind de mulți factori. În orice caz, ele permit amatorului dimensionarea suficient de precisă a bobinelor de care are nevoie.

1. Calculul inductanței bobinei pentru frecvența maximă a gamei, ținîndu-se seama de capacitatea inițială totală a circuitului, se determină cu următoarea relație generală:

$$L = \frac{25\,330}{f^2_{max} \cdot C_{min}}$$

în care:

L — inductanța bobinei, în μH;

f — frecvența maximă a gamei, în MHz;

C_{min} — capacitatea inițială totală a circuitului, în pF. Reprezintă suma capacității reziduale a condensatorului variabil (C_{rez}), capacitatea bobinei (C_b), capacitatea tubului electronic (C_t), precum și capacitatea restului montajului. Practic, C_{min} se ia în jur de 30 pF sau chiar mai mult.

Exemplu: Ce inductanță trebuie să aibă un circuit oscilant pentru a intra în rezonanță de frecvență de 2 500 kHz, folosind un condensator de 100 pF?

$$L = \frac{25\,330}{2{,}5^2 \cdot 100} = \frac{25\,330}{6\,250} \approx 4\ \mu H$$

O valoare foarte utilă în calculul inductanței și al condensatorului folosite în circuitele oscilante o constituie produsul dintre conductanță și capacitate (LC), care rezultă din relația de mai sus:

$$LC = \frac{25\,330}{f^2}$$

Valoarea constantei variază funcție de frecvență. În cazul exemplului de mai sus ($f = 2\,500\ kHz$), constanta LC are următoarea valoare:

$$LC = \frac{25\,330}{2{,}5^2} = 4\,052{,}8$$

In funcţie de elementul cunoscut (L sau C), aflăm pe celălalt. Exemplul: *a* — Să se afle inductanţa unui circuit oscilant care să intre în rezonanţă pe frecvenţa de 2 500 *kHz*, cu o capacitate de 50 pF; *b* — Să se afle condensatorul unui circuit oscilant care să intre în rezonanţă pe frecvenţa de 2 500 *kHz*, cu o inductanţă de 30 μH.

$$L = \frac{4052,8}{C} = \frac{4052,8}{50} = 81,1\ \mu H$$

$$C = \frac{4052,8}{L} = \frac{4052,8}{30} = 135\ pF$$

Inductanţa bobinei (L) poate fi determinată scoţînd pe L din formula lui Thomson, în care caz este necesar să se cunoască capacitatea medie a condensatorului şi frecvenţa:

$$L = \frac{1}{4\pi^2 f^2 C^2}$$

După ce s-a determinat inductanţa bobinei, se calculează numărul ei de spire (w). În cazul bobinei cu un singur strat, cu conductorul înfăşurat pe o carcasă, se pot întîlni două cazuri: cînd lungimea înfăşurării (l) este mai mare decît raza bobinei ($D/2$) şi cînd este mai mică.

În cazul cînd $l > D/2$:

$$w = \frac{\sqrt{5L(9D+20l)}}{D}$$

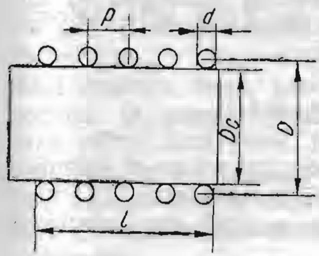


FIG. 64

În cazul cînd $l < D/2$:

$$w = \frac{\sqrt{10L(4D+11\,l)}}{D}$$

în care:

w = numărul de spire al bobinei;
L = inductanţa, în μH;
D = diametrul bobinei, în cm;
l = lungimea înfăşurării, în cm.

Elementele necesare calculului sînt reprezentate în fig. 64, unde: D_c — diametrul carcasei, în cm; D — diametrul carcasei plus diametrul conductorului, în cm; l — lungimea înfăşurării, în cm; d — diametrul conductorului, în cm; p — pasul înfăşurării, în cm.

2. O altă relaţie pentru determinarea inductanţei bobinei cu un singur strat:

$$L = \frac{D^2 \cdot w^2}{100\ l + 45\ D}$$

Pentru dimensionarea bobinelor cu un singur strat de spire, bobinate una lîngă alta, fără pas, utilizînd conductor cu secţiune plină sau liţă de radiofrecvenţă, elementele se calculează astfel.

În cazul că sînt date valoarea inductanţei (L) şi diametrul conductorului (d):

$$D = 9{,}62\ \sqrt[3]{d^2 L}$$

$$w = \frac{1{,}5\ D}{d}$$

$$l = 1{,}5\ D$$

Dacă se dau inductanţa (L) şi diametrul bobinei (D), numărul de spire (w) şi lungimea bobinajului (l) se calculează ca mai sus, iar d cu relaţia:

$$d = \frac{D}{30}\sqrt{\frac{D}{L}}$$

Pentru dimensionarea bobinelor cu un singur strat de spire, dar înfăşurate distanţat, cu pas, se folosesc alte relaţii. De exemplu, dacă se dau inductanţa (L) şi diametrul conductorului (d), şi se urmăreşte confecţionarea unei bobine de bună calitate, cu pasul cît de două ori diametrul conductorului ($p = 2d$), celelalte elemente (D, w şi l) se deduc cu relaţiile:

$$D = 15{,}25\sqrt[3]{d^2 L}$$

$$w = \frac{D}{1{,}33\ d}$$

$$l = 1{,}5\ D$$

Dacă se dau inductanţa (L) şi diametrul bobinei (D), numărul de spire (w) şi lungimea bobinei (l) se calculează ca mai sus, iar diametrul conductorului cu relaţia:

$$d = \frac{D}{60}\sqrt{\frac{D}{L}}$$

3. Inductanţa unei bobine cu un singur strat, înfăşurat spiră lîngă spiră mai poate fi determinat şi cu formula lui Nagaoka:

$$L = 10^{-2}\ \frac{D^2 w^2\ k}{l}$$

în care:

k un coeficient, rezultat din raportul D/l. Dacă $D/l>10$, coeficientul se determină cu nomograme speciale; dacă $D/l<10$, dar nu depăşeşte 20, valorile lui k sînt următoarele: $D/l=11$, $k=0,1903$; $D/l=12$, $k=0,1790$; $D/l=13$, $k=0,1692$; $D/l=14$, $k=0,1604$; $D/l=15$, $k=0,1527$; $D/l=16$, $k=0,1457$; $D/l=17$, $k=0,1394$; $D/l=18$, $k=0,1336$; $D/l=20$, $k=0,1236$.

În cazul formulei lui Nagaoka, numărul de spire (w) al bobinei se calculează cu relaţia:

$$w = \frac{10}{D}\sqrt{\frac{L\cdot l}{k}}$$

4. Din formula lui Nagaoka s-a dedus o relaţie mai simplă, care permite determinarea inductanţei (L) a unei bobine cu un singur strat pentru frecvenţe mijlocii:

$$L = \frac{0,3937\cdot r^2\cdot w^2}{9r+10\cdot l}$$

în care:

r — raza bobinei ($D/2$), în cm;

Inductanţa (L) a bobinelor pentru unde scurte şi ultrascurte, cu un singur strat, se poate determina cu relaţia:

$$L = \frac{D^2\cdot w^2}{100,5\cdot l}$$

Numărul de spire (w), cînd se cunosc celelalte elemente, se poate calcula cu relaţia:

$$w = \frac{10,02}{D}\sqrt{L\cdot l}$$

5. Următoarele relaţii se aplică doar în cazul cînd $D/l\leq 5$. Dacă lungimea bobinei cu un singur strat este mai mare decît raza bobinei ($l>D/2$) se poate întrebuinţa relaţia:

$$L = \frac{0,2D^2w^2}{9D+20\,l}$$

Numărul de spire (w) al bobinei se calculează cu relaţia:

$$w = \frac{2,24}{D}\sqrt{(9D+20l)L}$$

Dacă lungimea bobinei cu un singur strat este mai mică decît raza bobinei ($l< D/2$), se poate întrebuinţa relaţia:

$$L = \frac{0{,}1D^2w^2}{4D+11\,l}$$

În cazul acesta numărul de spire (w) se deduce cu relația:

$$w = \frac{l}{D}\sqrt{(40D+110l)L}$$

Bobine cu mai multe straturi și înfășurare simplă. Pentru gamele de unde lungi și medii inductanța bobinelor trebuie să fie mare, deci crește corespunzător și numărul de spire. De aceea nu se mai folosesc bobine cu singur strat, ci cu mai multe. Pentru radioconstructorii începători se recomandă realizarea unor bobine înfășurînd conductorul spiră lîngă spiră, pe mai multe straturi, pe o carcasă cu șanțuri sau între două rondele izolante. O astfel de bobină se numește „simplă" sau în „vrac". Bobinele de acest tip au o capacitate proprie ridicată și de aceea se folosesc doar atunci cînd nu sînt posibilități pentru realizarea bobinelor tip „fagure" sau „universal". Elementele unei bobine cu mai multe straturi, cu înfășurare simplă, sînt prezentate în fig. 65-*a* în care: D_{max} — diametrul maxim; D_{min} — diametrul minim; D — diametrul mediu $\left(\frac{D_{max}+D_{min}}{2}\right)$

l — lungimea bobinajului;
h — înălțimea bobinajului.

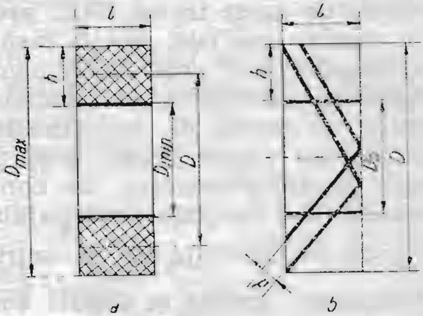


FIG. 65

1 — Inductanța, în cazul calculării unui circuit oscilant pentru o anumită frecvență (f_{max}), cînd se cunoaște și capacitatea inițială totală (C_{min}), se determină cu formulele cunoscute:

$$L = \frac{25\,330}{f^2_{max}C_{min}} \text{ sau } L = \frac{1}{4\pi^2f^2C^2}$$

Numărul de spire al bobinei:

$$w = \frac{12{,}5\,L\,(3\,D+9\,l+10\,h)}{D}$$

2 — Inductanța (L) se mai poate calcula și cu relația:

$$L = \frac{0{,}008(D_{min}+h)^2\cdot w}{3\,D_{min}+9\,l+13\,h}$$

Numărul de spire al bobinei (w) se determină cu relația :

$$w = \frac{11{,}1\sqrt{L\,(3\,D_{min}+9\,l+13\,h}}{D_{min}+h}$$

Diametrul optim al conductorului (*d*) se calculează astfel :

$$d = \sqrt{\frac{lh}{w}}$$

3 — Alte relații pentru calcularea inductanței și a numărului de spire, în cazul bobinelor cu mai multe straturi :

$$L = \frac{0{,}08\,D^2\cdot w^2}{3\,D+9\,l+10\,h}$$

$$w = \frac{1}{D}\sqrt{37{,}5\,D+112{,}5\,l+125\,h)\,L}$$

Bobine cu mai multe straturi, tip fagure sau universal. Bobinele de acest tip au bune proprietăți mecanice. Ele se execută cu mașini speciale, pot fi însă realizate și de un amator, după o metodă ce o vom da în paginile următoare. Calculul lor este mai complicat decît al bobinelor cu un singur strat ori cu mai multe, și destul de aproximativ. De aceea, în cele ce urmează prezentăm cîteva relații care pot fi încercate de amatorii dornici de experimentare. Se consideră că au inductanță maximă atunci cînd lungimea bobinajului (*l*) este egală cu înălțimea lui (h), ori cu jumătate din diametrul carcasei D_0, adică $h = l = \frac{D_0}{2}$.

Rezultatele optime se capătă dacă lungimea bobinei nu depășește 10 mm. In fig. 65-*b* sînt prezentate elementele bobinei fagure, de care se ține seama în calcule : D_0 — diametrul carcasei ; *l* — lungimea bobinei ; *h* — înălțimea bobinei ; *p* — pasul înfășurării ; *D* — diametrul exterior al bobinei (D_0+2h).

1 — Iată o relație generală pentru determinarea inductanțelor bobinelor tip fagure :

$$L = 2KD_0w^2\cdot 10^{-4}$$

în care :

L — inductanța, în μH ;

D_0 — diametrul carcasei, în mm ;

w — numărul de spire ;

K — coeficient obținut din raportul $\frac{l}{D}$

Numărul de spire al bobinei se determină cu relaţia:

$$w = 70{,}7 \sqrt{\frac{L}{K D_0}}$$

Elementele d (diametrul conductorului) şi l (lungimea bobinajului) se deduc din următoarele relaţii, în funcţie de celelalte elemente.

Cînd se cunoaşte diametrul conductorului (d) şi numărul de spire (w), lungimea se calculează astfel:

$$l = \frac{2{,}5\, w\, d}{1{,}25 + 2{,}2\sqrt{w}}$$

In cealaltă alternativă, cînd se cunoaşte lungimea bobinajului (l) şi numărul de spire (w), diametrul conductorului se calculează astfel:

$$d = \frac{(1{,}25 + 2{,}2\sqrt{w})\, l}{2{,}5\, w}$$

2 — In cazul cînd înălţimea (h) bobinajului este mai mare decît lungimea (l) lui, inductanţa poate fi calculată cu relaţia:

$$L = \frac{0{,}315\, a^2 w^2}{6\, a + 9\, l + 10\, h}$$

în care:

L — inductanţa bobinei, în μH;
a — raza medie a bobinei $\left(\frac{D+h}{2}\right)$, în cm;
w — numărul de spire;
l — lungimea bobinajului, în cm;
h — înălţimea bobinajului, în cm.

Bobine de radiofrecvenţă cu miez

Radioreceptoarele moderne au bobinele circuitelor de radiofrecvenţă prevăzute cu miezuri magnetice, cunoscute în general sub denumirea de „miez ferrocart". Aceste miezuri sînt constituite dintr-o pulbere de material magnetic, unite cu un liant dielectric. Bobinele cu ferrocart au o serie de avantaje faţă de bobinele cu aer. Astfel, la aceeaşi inductanţă gabaritul lor este mai mic, iar factorul de calitate mai mare. Existenţa miezului de ferrocart permite ajustarea cu uşurinţă a inductanţei bobi-

nei, prin introducerea, mai mult sau mai puţin, a miezului în carcasa bobinei.

Bobinele cu miez de ferrocart se realizează pe carcase de diferite forme, cele mai folosite fiind cele cu miez drept şi cele tip oală.

Pe lîngă avantaje, bobinele cu miez au şi o serie de dezavantaje, cum ar fi: instabilitatea în timp, datorită îmbătrînirii miezului, şi apoi dificultatea dimensionării lor prin calcul. Practic, fără aparate de măsurat nu se pot dimensiona şi construi corect bobine cu ferrocart.

Inductanţa (L) şi numărul de spire al unei bobine cu miez de ferrocart se determină teoretic cu formulele:

$$L = \frac{w^2}{K}; \quad w = K\sqrt{L}$$

în care:

L = inductanţa, în μH;

w = numărul de spire;

K — factor care variază în funcţie de miez (calitate şi dimensiuni) şi de bobinaj (formă, număr de spire, diametrul conductorului etc.).

Valoarea factorului de miez este indicată de producător. Totuşi, pentru o dimensionare precisă, factorul K poate fi determinat experimental, în funcţie de carcasa pe care se execută bobinajul. Pentru aceasta se înfăşoară pe carcasă un număr oarecare de spire (x), se măsoară inductanţa bobinei (L) cu miezul introdus pînă la jumătate, apoi se determină K din relaţia:

$$K = \frac{x}{\sqrt{L}}$$

Pe carcasele cu miez de ferrocart se pot executa bobine cu un singur strat, cu mai multe straturi „în vrac", fagure şi universal.

Confecţionarea bobinelor de radiofrecvenţă

După cum am mai spus, bobinele constituie parte integrantă din circuitele oscilante, determinînd coeficientul de calitate al acestora. Pentru realizarea lor se folosesc carcase, conductoare şi metode de lucru, în funcţie de gama de frecvenţă ce urmează a fi acoperită. În cele ce urmează ne vom opri asupra materialu-

lui utilizat la confecționarea bobinelor, apoi vom indica cîteva metode practice pentru realizarea lor.

De la început trebuie spus că la o bobină deosebim trei elemente: carcasa sau suportul bobinei, bobina propriu-zisă și sistemul de fixare pe șasiu. În practică, radioconstructorul va întîlni tipuri diferite de elemente alcătuitoare.

Carcasa reprezintă suportul pe care se înfășoară conductorul. Ea se execută din material izolant, sub diferite forme constructive. Cele mai des folosite sînt carcasele cilindrice din pertinax, trolit, tub PVC de instalații, ceramică sau calit. Uneori radioamatorii începători folosesc în construcții simple carcase cilindrice din carton; se recomandă ca acestea să fie în prealabil parafinate. Rezultate bune se obțin realizînd bobina pe tuburile de carton ale cartușelor de vînătoare.

Pentru unde scurte se întrebuințează uneori carcase cu șanțuri asemănătoare filetului de șurub, în care bobinele se înfășoară cu distanță între spire (cu pas). Pentru unde ultrascurte bobinele se realizează din sîrmă groasă, care se autosusține, nemaifiind nevoie de carcasă.

Avîndu-se în vedere faptul că bobinele lucrează la frecvențe foarte înalte, trebuie să se dea o atenție deosebită materialului din care este confecționată carcasa. Astfel, pentru unde medii și lungi pertinaxul și ebonita (chiar hîrtia și cartonul parafinat) sînt socotite ca satisfăcătoare; nu se recomandă însă întrebuințarea lor la unde scurte. Aici trolitul și PVC-ul sînt mulțumitoare din punct de vedere al calității de izolant, calitul fiind materialul cel mai bun (cu pierderile cele mai mici).

Cele mai folosite carcase din radioreceptoarele industriale, frecvent folosite și de radioamatori, sînt carcasele cu miez de ferrocart. Obișnuit, în circuitele oscilante se întrebuințează carcase cilindrice prevăzute cu filet, în care se înșurubează miezul magnetic, de asemenea de formă cilindrică. Pentru diverse alte întrebuințări există carcase cu felurite forme (fig. 66): *a* — carcasă cu miez cilindric; *b* — carcasă cu patru compartimente; *c* — carcasă tip cub; *d* — carcasă tip oală; *e* — carcasă tip mosor. De la caz la caz, radioconstructorul folosește pentru realizarea bobinei carcasa corespunzătoare, în funcție de datele constructive și, mai ales, de factorul de miez *K*.

Bobina propriu-zisă reprezintă înfășurarea de sîrmă de pe carcasă. Așa cum am avut ocazia să vedem mai înainte, există cîteva tipuri constructive de bobine.

Bobinele cu un singur strat, cu spirele așezate una lîngă alta, se realizează fie pe carcase cilindrice fără miez, fie pe car-

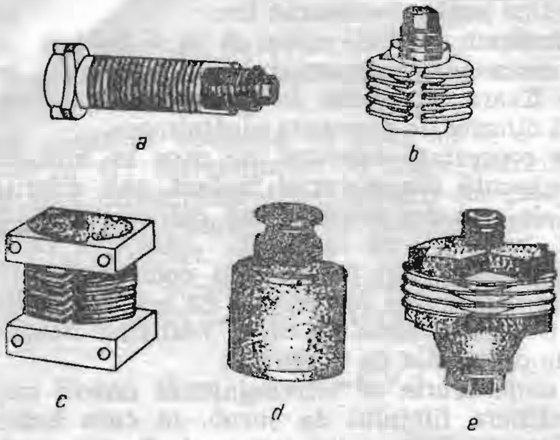


FIG. 66

case cu ferrocart. În primul caz, conductorul se înfășoară manual, strîns. Capătul conductorului se fixează în două găuri date în carcasă, prin care conductorul se trece de 2...3 ori. După fixare se rotește carcasa cu o mînă, întinzînd cu cealaltă conductorul. Celălalt capăt al conductorului, care constituie sfîrșitul bobinei, se fixează de asemenea trecîndu-l de cîteva ori prin două găuri, ca și începutul. Se recomandă ca în tot timpul executării bobinajului conductorul să fie bine întins, pentru ca spirele să stea lipite de carcasă și una de alta, ca să nu vibreze ori să se deplaseze de la locul lor. Dacă bobina trebuie să aibă prize din loc în loc, în punctul respectiv conductorul se fixează de carcasă, se răsucește sub formă de buclă și se continuă bobinarea, fără însă a tăia conductorul.

Bobinele cu un singur strat, pentru unde scurte, se realizează cel mai bine pe carcase ceramice și numai în lipsă din alt material. Uneori, bobinele pentru unde scurte se execută cu spirele distanțate (cu pas). În cazul acesta se folosesc carcase cu șanțuri în formă de spirală, înfășurarea făcîndu-se în ele. De obicei, pentru bobinaj se folosesc conductoare de cupru izolat cu email, gros de 0,5...1 mm. În lipsa carcaselor speciale pentru unde scurte (cu șanțuri), confecționate din material izolant, de bună calitate, radioconstructorul poate realiza bobine cu pas pe carcase fără șanțuri, în modul următor: odată cu conductorul bobinei se înfășoară și un alt conductor cu diametrul cît pasul dorit.

După bobinare se fixează spirele cu parafină topită sau cu lac adeziv, iar după uscarea adezivului se înlătură conductorul suplimentar, spirele bobinei rămînînd distanțate.

Pentru realizarea bobinelor din circuitele de unde ultrascurte se folosesc numai carcase ceramice și conductor de cupru cu diametrul 1,5 ... 2 mm ce poate fi izolat sau argintat, spirele fiind distanțate. Pentru frecvențe mai mari, bobinele se execută tot din conductor de cupru cu secțiunea circulară sau dreptunghiulară (bară) cu diametrul de 3 ... 5 mm sau din țeavă de cupru de același diametru, fără carcasă. Pentru realizarea bobinelor din conductor gros se utilizează un mandrin cu diametrul mai mic cu 15 ... 20% decît diametrul viitoarei bobine, întrucît după terminarea înfășurării conductorul se destinde și diametrul spirelor crește. Bobinajul se realizează spiră lîngă spiră, distanța necesară dintre acestea obținîndu-se ulterior prin întinderea spiralei, după scoaterea de pe mandrin. Capetele bobinajului se prind prin răsucire și cositorire la piciorușele metalice luate de la un ștecher. Pentru țevile de cupru cu diametrul mai mare de 4 ... 6 mm extremitățile bobinajului se turtesc și se găuresc iar în aceste orificii se prind piciorușe metalice. Uneori (pentru banda de 144 MHz) bobina este constituită dintr-o spiră sau 3/4 spiră, ce se cositorește direct la contactele condensatorului variabil.

Bobinele cu mai multe straturi pot fi construite „în vrac" („cu straturi suprapuse" și „între rondele"), fagure și universal.

Inițial, în urmă cu ani, bobinele cu mai multe straturi se confecționau prin înfășurarea suprapusă a conductorului, spirele fiind așezate în ordine una lîngă alta, apoi straturile unele peste altele. Capetele înfășurării se cositoreau la două contacte metalice fixate pe carcasă. Pentru ca bobinajul să nu se desfacă, spirele erau fixate cu parafină topită. Deși acest tip de bobină are capacități parazite mari și a fost părăsit de industrie și radioamatorii avansați, el mai este încă folosit de începători.

Mult mai ușor și cu rezultate mai bune se realizează bobine cu mai multe straturi, înfășurînd spirele între rondele. Pentru aceasta se lipesc cu adeziv două rondele, introduse pe carcasă, la distanța necesară una de alta, iar între ele se execută, neregulat, bobinajul. Capacitatea parazită a acestui tip de bobină este mai mică decît a precedentului.

Astăzi radioreceptoarele obișnuite, industriale sau realizate de amatori sînt echipate cu bobine tip fagure sau universal, conductorul fiind înfășurat pe carcase fără miez sau cu miez magnetic. Bobinele tip fagure se numesc așa deoarece spirele formează între ele un anumit unghi, mereu constant, astfel că între

spire rămîne un spațiu regulat, de forma celulelor fagurelui. Bobinele tip universal se deosebesc de cele fagure prin faptul că sînt lipsite de spații goale, spirele fiind așezate una lîngă alta.

Înfășurările fagure sau universal se realizează în industrie cu mașini speciale. Radioamatorii le pot executa manual. Operația nu este grea, în schimb e migăloasă. În cele ce urmează prezentăm sfaturile practice după care pot fi executate, în regim propriu, astfel de bobine.

Pentru confecționarea bobinelor fagure se face dintr-o bucată de lemn moale (tei, brad) un șablon de formă cilindrică, cu diametrul ceva mai mic decît acela pe care-l va avea bobina. Pe circumferința șablonului se lipește hîrtie milimetrică. Se ia apoi un număr cu soț de ace cu gămălie, li se taie gămălia cu un clește (eventual pot fi folosite niște ținte subțiri și lungi) și se înfig pe circumferința șablonului, la distanțe egale (fig. 67-*a*).

Se observă că pe un rînd intră jumătate din numărul total al acelor, adică un număr fără soț. Distanța între cele două rînduri de ace este egală cu lățimea înfășurării. Numărul total de ace se poate alege în mod arbitrar, ținînd cont de faptul

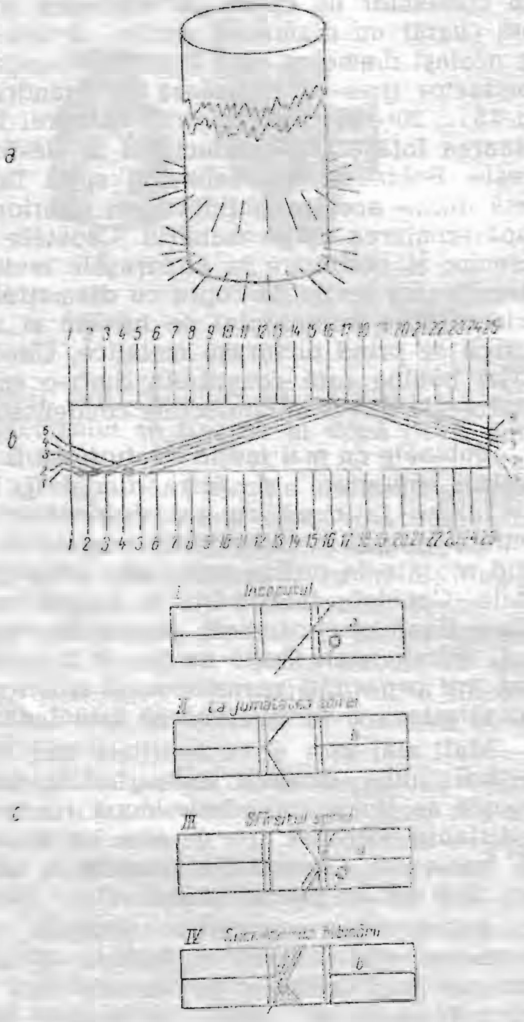


FIG. 67

că, cu cît se folosesc mai puţine ace, cu atît intră mai puţine spire pe un strat, „fagurii" rămînînd mai mari. După cîteva experienţe, radioamatorul va putea să-şi aleagă singur numărul de ace în funcţie de bobina dorită, lăţimea bobinei şi diametrul sîrmei întrebuinţate. Conductorul se bobinează trecîndu-l în zig-zag de pe un rînd de ace pe altul (fig. 67-*b*). Astfel, se porneşte de la acul numărul 1 de pe o parte, se trece firul după acul corespunzător mijlocului numărului de ace de pe partea cealaltă, revenind apoi pe prima parte şi trecînd firul pe după acul numărul 2. În continuare, bobinajul se execută întocmai, pînă ce se realizează bobina cu numărul de spire dorit. Capetele de început şi de sfîrşit ale bobinajului se prind cu aţă, cu puţin lac de bachelită sau chiar ceară ori smoală.

Pentru a scoate bobina de pe şablon, se îndepărtează întîi, cu un cleşte, acele sau ţintele, apoi, cu grijă, pentru a nu se deforma, se trage afară bobina.

Bobinele tip universal se pot realiza pe acelaşi şablon, înfigînd însă în acesta mult mai multe ace de-a lungul circumferinţei şablonului, astfel ca spirele să vină una lîngă alta.

Cei ce au multă răbdare, pot executa bobinele tip universal pe o carcasă, fără a mai folosi ace. Pentru aceasta, pe circumferinţa unei carcase, cu diametrul cît diametrul interior al viitoarei bobine, se lipeşte o bandă izolatoare (eventual scoci), aşezată cu partea lipicioasă în sus, pentru ca să fixeze spirele. Apoi se începe bobinajul pe această bandă, ducînd spirele una lîngă alta în zig-zag, după cum se vede în fig. 67-c.

Ca şi în cazul bobinelor fagure capetele bobinelor înfăşurate universal se fixează. De asemenea, atît cele fagure, cît şi cele tip universal pot fi rigidizate prin impregnarea cu parafină topită sau cu nitrolac, adezin ori soluţie de celuloid în acetonă.

Comutarea bobinelor

Toate radioreceptoarele industriale se construiesc pentru minimum două lungimi (U.L. şi U.M. sau U.M. şi U.S.). Receptoarele de calitate, însă, sînt prevăzute cu toate gamele de radiodifuziune. De aceea este necesar ca fiecare receptor să fie prevăzut cu un sistem oarecare de comutare a gamelor de undă recepţionate. Aceasta, deoarece cu un singur condensator variabil şi o singură bobină nu se poate acoperi decît o bandă de frecvenţă relativ îngustă.

Pentru recepţionarea anumitor game, în majoritatea receptoarelor industriale sau construite de amatori se foloseşte sistemul schimbării bobinelor circuitelor acordate. Astfel, în funcţie de gamă şi ţinînd seama că valoarea maximă a condensatorului variabil folosit în circuitul acordat este de 500 pF, apare necesitatea echipării radioreceptorului cu bobine speciale, care împreună cu condensatorul variabil să acopere anumite benzi de frecvenţe.

Trecerea de la o gamă la alta se poate face pe două căi: *a* — prin folosirea unui *comutator*; *b* — prin utilizarea *bobinelor schimbătoare*. Prima metodă este întrebuinţată în toate receptoarele de construcţie industrială ori de amator; cea de-a doua metodă este folosită exclusiv de radioamatori.

În radioreceptoarele construite în ţara noastră se folosesc trei tipuri de comutatoare, cu care, bineînţeles, are de-a face şi radioconstructorul amator: comutatoare rotative universale, cu discuri (tip Yaxley); comutatoare cu claviatură, cu contacte alunecătoare; comutatoare cu claviatură, cu contacte cuţit.

Comutatoarele rotative (fig. 68-*a*) sînt alcătuite din: *1* — stator, reprezentat prin discurile cu contacte fixe; *2* — rotor, reprezentat prin discurile cu contact de scurtcircuitare; *3* — mecanismul de fixare; *4* — mecanismul de antrenare. În cazul acestor comutatoare bobinele, trimerii şi condensatoarele fixe ale circuitului acordat sînt montate pe plăcuţe din material izolant, fiind independente de comutator, legătura dintre ei făcîndu-se prin conductoare.

Comutatoarele cu claviatură, cu contacte alunecătoare (fig. 68-*b*) sînt alcătuite, în principiu, din: *1* — clapa de apăsare; *2* — opritorul; *3* — regleta mobilă; *4* — placa cu contacte fixe; *5* — resortul. Cînd se apasă clapa (prevăzută cu o articulaţie, alcătuind astfel o pîrghie), regleta mobilă se deplasează către stînga, în aşa fel, încît contactele furculiţă scurtcircuitează două contacte fixe. În acelaşi timp opritorul asigură blocarea clapei, care rămîne în poziţia „apăsat". Apăsînd altă clapă, prima se deblochează şi rămîne blocată noua clapă. Astfel se face comutarea gamelor. Caracteristica acestui tip de comutator este că în poziţia de repaus (cînd radioreceptorul nu funcţionează) una din clape rămîne blocată (apăsată).

Comutatoarele cu claviatură, cu contacte cuţit, sînt construite în două variante: cu comutare prin împingere şi cu comutare prin apăsare. Deşi sînt mai complexe din punct de vedere constructiv, aceste tipuri de comutatoare au acelaşi principiu de

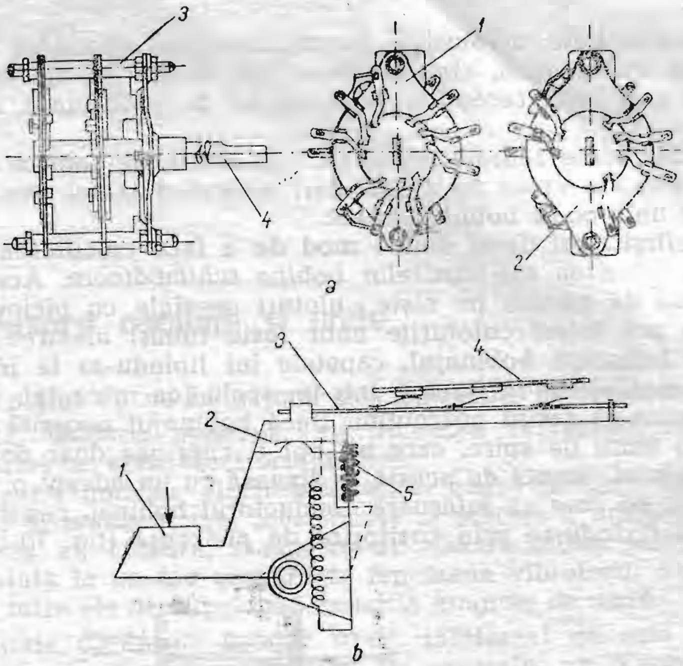


FIG. 68

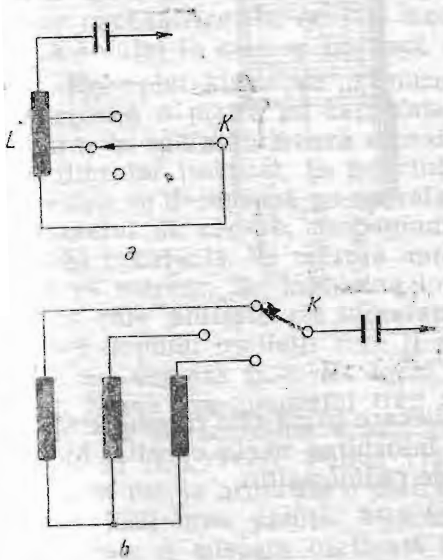


FIG. 69

funcţionare ca şi precedentul, cu deosebirea că în poziţia de repaus nu rămîne nici o clapă blocată.

Pentru construcţiile sale radioamatorul poate folosi orice tip de comutator (în cazult realizării radioreceptoarelor obişnuite). Indiferent de tipul comutatorului, comutarea gamelor se poate face în două moduri : prin scurtcircuitarea unor porţiuni din bobină (fig. 69-*a*) şi prin schimbarea bobinelor (fig. 69-*b*). Primul mod de schimbare a gamelor nu este recomandabil (deşi este adeseori folosit), deoarece se produc pierderi datorită induc-

ţiei în porţiunile nefolosite, fenomenelor de rezonanţă etc. În cazul al doilea, însă, sînt necesare trei înfăşurări, de exemplu, dacă se urmăreşte recepţionarea gamelor de unde lungi, medii şi scurte.

Astăzi toate radioreceptoarele construite de fabrică au bobinele montate chiar pe comutator, alcătuind astfel ceea ce se numeşte un *bloc de bobine* sau *kit*.

În sfîrşit, cel de-al doilea mod de a face comutarea gamelor este folosirea aşa-numitelor *bobine schimbătoare*. Acestea se realizează de amator pe nişte culoturi speciale cu picioruşe (în lipsă se pot folosi culoturile unor foste tuburi electronice), pe care se înfăşoară bobinajul, capetele lui lipindu-se la picioruşe (fig. 70-*a*). Culotul se fixează într-un soclu (ca orice tub electronic) montat pe şasiul aparatului. Dacă bobinajul necesită un număr mai mare de spire, care nu pot fi cuprinse doar de suprafaţa culotului, atunci de acesta se fixează cu un adeziv o carcasă obişnuită, pe care se înfăşoară conductorul bobinei, capetele bobinajului fixîndu-se prin cositorire de picioruşe (fig. 70-*b*).

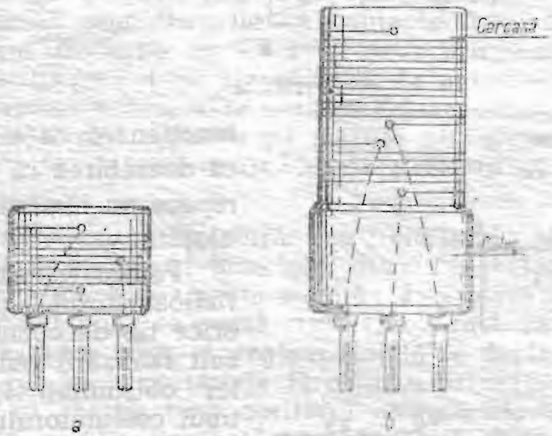


FIG. 70

Astfel, confecţionînd pentru fiecare gamă cîte o bobină schimbătoare, comutarea se face prin înlocuirea uneia cu alta. Metoda este folosită mai ales în traficul de radioamatori.

Colectoare de unde

Despre oscilaţii şi unde

Spaţiul ce ne înconjură este străbătut încontinuu de unde. Lumina, căldura, sunetele, electricitatea reprezintă manifestări sub formă de unde electromagnetice.

Teoria undelor electromagnetice, emisă de J.C. Maxwell, a permis formularea unei idei simple şi precise a universului fizic. Conform ei, căldura, magnetismul, electricitatea, razele X etc., reprezintă la un loc grupări de fenomene vibratorii, nedeosebindu-se între ele decît printr-o anumită *lungime de undă*.

Toate oscilaţiile produc *unde*, indiferent că este vorba de oscilaţii mecanice sau electrice. De exemplu, un diapazon transmite oscilaţiile sale aerului înconjurător sub forma *undelor sonore* concentrice. În acelaşi mod vibraţiile unui clopot se comunică aerului în care se propagă şi ajung la urechea noastră.

Exemplul clasic de producere a undelor este acela în care se aruncă o piatră pe suprafaţa liniştită a unui lac. Pătrunderea pietrei în apă deformează suprafaţa acesteia şi, pentru restabilirea echilibrului tulburat, în punctul de cădere apar creste circulare. Acestea se desenează pe suprafaţa apei, în unde regulate, în jurul punctului de cădere, propagîndu-se pînă la marginea lacului cu viteză constantă. Pe măsura apropierii de marginea lacului cercurile se măresc, iar înălţimea lor scade. Cu ajutorul unui dop de plută care pluteşte pe suprafaţa apei observăm cum undele imprimă dopului oscilaţii care îl ridică şi-l coboară cu regularitate, fără a-l deplasa însă din locul iniţial. Undele se succed în grup (sub forma aşa-numitului *tren de unde*), deoarece o oscilaţie nu poate să se oprească brusc, ci numai progresiv, adică amortizîndu-se (fig. 71-a). Putem crea şi unde întreţinute (fig. 71-*b*), dacă în loc să aruncăm o piatră pe suprafaţa lacului mişcăm continuu firul unei undiţe. Mişcarea undiţei (respectiv a plutei în apă) este o mişcare oscilantă care determină apariţia undelor. Spre deosebire de primul caz, cînd avem de-a face cu o *undă de*

şoc (aruncarea pietrei), în cel de-al doilea avem de-a face cu o *undă periodică*, care se produce mereu la fel, atîta timp cît se mişcă firul undiţei. Deci este vorba de *unde întreţinute*. Oscilaţiile şi undele amortizate sînt specifice fenomenelor mecanice, în timp ce oscilaţiile şi undele întreţinute, celor electromagnetice.

Revenind la unele afirmaţii făcute cu alte ocazii, autorul consideră că este acum cazul să reia unele noţiuni, de care are nevoie pentru explicarea altora. În cazul exemplelor de mai sus (fig. 71-c) distanţa orizontală care separă cele două creste a două valuri succesive reprezintă *lungimea de undă* (λ), iar înălţimea unei creste — *amplitudinea* mişcării oscilatorii. Intervalul de timp în care se parcurge distanţa dintre punctele *1* şi 2 constituie *perioada* (*T*), *ciclul* (*c*) sau *herţul* (*Hz*). Numărul perioadelor ce se pot produce într-o secundă reprezintă *frecvenţa* (*f*). În domeniul radiaţiilor electromagnetice frecvenţa se exprimă sub forma perioadelor pe secundă, ciclilor pe secundă sau în herţi. Simbolurile acestor mărimi fizice sînt: *c/s*=cicli pe secundă; herţul=1 ciclu pe secundă. Deoarece numărul oscilaţiilor pe secundă poate fi foarte mare, mai ales în domeniul undelor electromagnetice, spre a nu se lucra în calcul cu numere mari, se folosesc multiplii ciclului şi ai herţului:

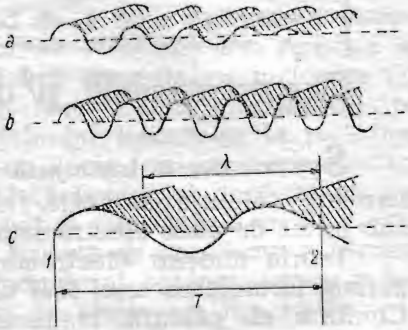


FIG. 71

1 ciclu/s (*c/s*) = 1 herţ (*Hz*);
kilociclu (*k/s*) = 10^3 herţi = 1 kiloherţ (*kHz*);
1 megaciclu/s (*Mc/s*) = 10^6 *Hz* = 10^3 *kHz* = 1 megaherţ (*MHz*);
1 gigaciclu/s (*Gc/s*) = $10^9 Hz = 10^6 kHz = 10^3 MHz$ = 1 gigaherţ (*GHz*).

Undele mecanice se propagă în corpurile solide cu viteze mici, care depind de natura materialului prin care trec. De exemplu undele sonore se propagă în aer cu o viteză de cca 340 metri pe secundă. În schimb undele electromagnetice, care au frecvenţe mult mai mari, se deplasează în spaţiu cu circa 300 000 kilometri pe secundă.

Mai înainte de a explica producerea undelor electromagnetice, să amintim că ele sînt produse de oscilaţii electrice care afectează atomii mediului înconjurător, dînd loc la vibraţii ce

se propagă cu viteza luminii (300 000 km/s). Ştim că deplasarea electronilor într-un conductor produce un *cîmp magnetic*. Cînd această deplasare este periodică, traiectoria electronilor devine un cerc sau o elipsă, rezultînd şi un *cîmp electric*. Din combinarea lor apare *unda electromagnetică*. Lungimea de undă în cazul undelor radio fiind mai mare decît limitele unui atom, electronii în deplasarea lor depăşesc aceste limite. În cazul cînd electronii nu depăşesc aceste limite, lungimea de undă este mai mică decît limitele unui atom şi avem undele calorice, luminoase, ultraviolete etc.

Cîmpul magnetic creat de antena postului de emisie, parcursă de un curent alternativ de o anumită frecvenţă, determină în antenele de recepţie oscilaţii electrice cu frecvenţe corespunzătoare celor de la emisie.

Ca şi celelalte feluri de unde, cele radio sînt caracterizate prin *lungime, amplitudine, perioadă* şi *frecvenţă*.

Lungimea de undă (λ) este determinată de spaţiul ce separă punctul de plecare al arcului concav şi extremitatea arcului convex.

Viteza (v) undelor herţiene este constantă 300 000 km pe secundă.

Perioada (*T*), *ciclul* sau *herţul* este timpul necesar undei pentru a parcurge un drum egal unei lungimi de undă.

Frecvenţa (*f*) reprezintă numărul de perioade pe secundă.

Undele radio

Am avut ocazia să constatăm, cînd am vorbit despre inducţie, că între cîmpul electric şi cel magnetic există o strînsă legătură. Cîmpul electric de inducţie apare ori de cîte ori cîmpul magnetic variază, liniile sale fiind închise şi perpendiculare pe cîmpul magnetic. În 1865 fizicianul englez J. C. Maxwell a emis ipoteza că orice cîmp electric variabil se înconjură de un cîmp magnetic cu linii de cîmp închise, a cărui intensitate este cu atît mai mare cu cît cîmpul electric variază mai rapid. Ansamblul lor poartă numele de *cîmp electromagnetic*. Ipoteza lui J.C. Maxwell a fost confirmată experimental, 22 de ani mai tîrziu, de H. Hertz, care a reuşit să producă şi să studieze unde electromagnetice.

O proprietate importantă a cîmpului electromagnetic o constituie capacitatea lui de a se propaga în spaţiu. În timpul propagării, ambele cîmpuri (magnetic şi electric) ce formează cîmpul electromagnetic variază periodic în timp. Forma de propagare a cîmpului electromagnetic care variază periodic se nu-

meşte *undă electromagnetică.* Viteza ei de propagare este egală cu cca 300 000 km/s, aşa cum a dedus teoretic şi Maxwell.

Undele radio fac parte din marea familie a undelor electromagnetice. Li s-a spus aşa deoarece sînt unde cu o anumită frecvenţă şi sînt folosite pentru comunicaţiile radio.

Domeniul undelor utilizate de radiodifuziune a fost clasificat de mult în: *unde lungi* (U.L.), superioare lungimii de undă de 600 m, *unde medii* (U.M.), cu lungimea de undă de la 200 la 600 m, *unde scurte* (U.S.), cu lungimea de undă de la 10 la 100 m şi *unde ultrascurte* (U.U.S.), cu lungimea de undă de la 1 la 10 m.

În prezent, clasificarea domeniului undelor radio se face în: unde miriametrice, unde kilometrice, unde hectometrice, unde decametrice, unde metrice, unde decimetrice, unde centimetrice, unde milimetrice.

În funcţie de frecvenţă şi simbol, spectrul undelor radio se împarte astfel:

3 ... 30 kHz	— unde foarte lungi — (miriametrice), simbol V.L.F.
30 ... 300 kHz	— unde lungi — (kilometrice), simbol L.F.
300 ... 3 000 kHz	— unde medii — (hectometrice), simbol M.F.
3 ... 30 MHz	— unde scurte (decametrice), simbol H.F.
30 ... 300 MHz	— unde foarte scurte — (metrice), simbol V.H.F.
300 ... 3 000 MHz	— unde ultrascurte — (decimetrice), simbol U.H.F.
3 ... 30 GHz	— unde suprascurte — (centimetrice), simbol S.H.F.
30 ... 300 GHz	— unde extrem de scurte — (milimetrice), simbol E.H.F.

Radioamatorilor li s-au atribuit, prin convenţii internaţionale, cinci benzi în gama undelor scurte: 80, 40, 20, 15 şi 10 m. Asupra acestor benzi vom mai reveni, în capitolul referitor la traficul de amator.

Conform vechii nomenclaturi, care se mai foloseşte totuşi destul de frecvent şi astăzi, există următoarea corespondenţă cu noua nomenclatură:

unde lungi ⟨ unde miriametrice / unde kilometrice

unde medii — unde hectometrice;
unde scurte — unde decametrice;
unde ultrascurte — unde metrice.

O emisie radiofonică poate fi definită prin lungimea de undă sau prin frecvenţa ei, exprimată în mii de cicli pe secundă sau mii de herţi (kc/s, respectiv kHz), prin milioane de cicli sau de herţi pe secundă (Mc/s, respectiv MHz) etc.

Relaţia dintre lungimea de undă şi frecvenţă este următoarea:

$$\text{Lungimea de undă } (\lambda) = \frac{\text{viteza de propagare a luminii (c)}}{\text{frecvenţă } (f)}$$

Viteza de propagare a luminii fiind egală cu circa 300 000 000 m pe secundă, putem determina frecvenţa cunoscînd lungimea de undă şi invers. Exemplu: o undă radio cu lungimea de undă 200 m, va avea o frecvenţă de 300 000 000 : 20 = 1 500 000 Hz, respectiv c/s sau 1 500 kHz ori 1,5 MHz. Aceasta ne permite să răspundem la o problemă pe care toţi începătorii şi-o pun: de ce în domeniul undelor lungi se găsesc mult mai puţine staţii decît în domeniile undelor medii sau scurte? Pentru a înţelege acest lucru, vom lua în consideraţie frecvenţa. Undelor lungi de la 1 000 la 2 000 m lungime de undă le corespund frecvenţele cuprinse între 300 . . . 150 kHz, deci unei benzi de 150 kHz. Diferenţa minimă de frecvenţă între două staţii de emisie, pentru a nu se jena reciproc, este de 9 kHz. Împărţind cei 150 kHz disponibili la 9 kHz, obţinem numărul maxim de staţii ce pot lucra în gama undelor lungi (ceva mai mult de 16). Pentru undele medii, de la 200 la 600 m, frecvenţele corespunzătoare sînt 1 500 kHz şi 500 kHz. Deci o diferenţă de 1 000 kHz, care permite lucrul a 111 staţii. În domeniul undelor scurte, numărul staţiilor este mult mai mare, pentru acelaşi motiv. Înţelegem astfel de ce se utilizează din ce în ce mai mult undele radio cu frecvenţe foarte mari.

Producerea şi propagarea undelor radio

Pentru a înţelege fenomenul producerii undelor radio, să reamintim că într-o staţie de emisie curenţii alternativi de audiofrecvenţă (produşi de microfon, de pildă), sînt amplificaţi şi trimişi emiţătorului. Acesta produce curenţi de radiofrecvenţă (deci cu o frecvenţă mare), peste care se suprapun curenţii de audiofrecvenţă (operaţie numită modulare). Mai departe, curenţii de radiofrecvenţă modulaţi sînt dirijaţi spre antenă, conductor de construcţie specială, care radiază în spaţiu unde radio.

Din succinta prezentare a fenomenului emisiei rezultă că pentru obţinerea undelor radio trebuie folosită neapărat antena.

Din punct de vedere electric, aceasta nu este altceva decît un circuit oscilant paralel, deschis.

Dacă urmărim fig. 72-*a*, remarcăm circuitul oscilant realizat dintr-o singură spiră şi un condensator, reprezentat sub forma a două plăci. Dar acesta este un circuit oscilant închis. Dacă circuitul oscilant închis este alimentat cu curent de radiofrecvenţă (de emiţător), el va radia foarte slab energia în afară, întrucît cîmpul magnetic se concentrează în bobină, iar cel electric în condensator.

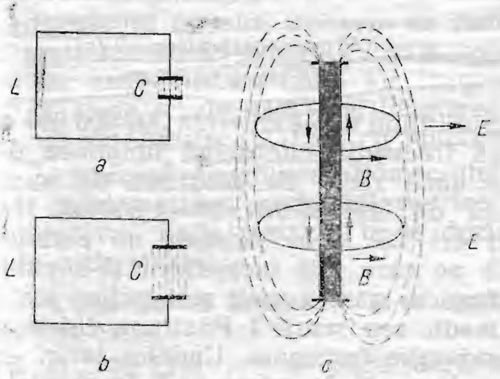


FIG. 72

Pentru ca radiaţia de unde radio să aibă loc, trebuie ca ambele cîmpuri să fie obţinute laolaltă. Putem ajunge la acest rezultat utilizînd circuitul oscilant deschis, care rezultă dintr-un circuit oscilant închis, dezdoind spira (fig. 72-*b*). Îndepărtînd plăcile condensatorului, fixate la capetele spirei, ajungem la situaţia din fig. 72-*c*, unde liniile punctate reprezintă cîmpul electric.

Prin îndepărtarea plăcilor condensatorului şi a bobinei, conductorul liniar rezultat îşi menţine totuşi o anumită capacitate şi inductanţă, repartizate însă de-a lungul său. Deci, întocmai unui circuit oscilant, orice conductor liniar este acordabil pe o anumită frecvenţă. Conductorul din care este realizată antena va prezenta aceeaşi proprietate. Circuitul deschis, reprezentat de conductorul rectiliniu în care se pot produce oscilaţii libere, se numeşte *dipol*. La dipol cîmpul electric nu mai este concentrat într-un spaţiu îngust, ci dispersat într-o regiune mare din jurul său. În acelaşi timp, cîmpul magnetic produs pe diferite porţiuni ale cîmpului nu se mai anulează, deoarece are acelaşi sens pentru orice porţiune de circuit. Rezultă că în spaţiul din jurul dipolului apare un cîmp electromagnetic, care oscilează periodic cu frecvenţa curentului din dipol (în cazul emiţătorului radio, cu frecvenţa curentului de radiofrecvenţă produs). Oscilaţiile cîmpului electromagnetic se propagă în spaţiu sub forma undelor radio, unde electromagnetice care transportă energie.

Aşadar, unda radio transportă în spaţiu energia primită de la curentul de radiofrecvenţă ce parcurge antena. Cu cît puterea

curentului de radiofrecvență este mai mare, cu atît mai mare va fi energia radiată. Creșterea radiației depinde însă de frecvența curentului. Dacă frecvența curentului crește în progresie aritmetică (de 2, 3, 4, 5 ori etc.), energia undelor radio radiată în unitatea de timp sporește în progresie geometrică (de 4, 9, 16, 25 ori etc.). Aceasta explică de ce undele radio pot fi caracterizate prin *frecvența* lor, exprimată în herți (sau cicli pe secundă), ori prin *lungimea de undă* (λ). Legătura dintre frecvența, viteza și lungimea de undă se exprimă prin relațiile amintite anterior :

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{f}$$

în care :

f = frecvența undei, în Hz ;
c = viteza de deplasare a undei (egală cu viteza luminii), în km/s ;
λ = lungimea de undă, în m.

Acestea sînt două relații de bază, care permit transformarea lungimilor de undă în frecvențe și invers.

Să urmărim, în continuare, propagarea undelor radio în spațiu. Deși se propagă cu viteza luminii (300 000 km/s) și pe drumul cel mai scurt între emițător și receptor, totuși undele radio pot urma în spațiu două drumuri diferite : directe și indirecte.

Pornite din antena emițătorului, undele radio se răspîndesc în spațiu. O parte se vor deplasa la suprafața Pămîntului formînd așa-numitele *unde directe* sau *unde de suprafață*, iar altele se vor îndrepta în sus, formînd *unde indirecte, unde spațiale* sau *unde reflectate*.

Indiferent de felul undei, în cursul propagării ei au loc o serie de fenomene, ca : dispersarea energiei sale, absorbția, reflecția și refracția, difracția, interferența. Să ne oprim pe scurt asupra lor.

Dispersarea energiei undelor radio. Odată emise de antenă, undele radio se răspîndesc în spațiu. Distribuită pe spații tot mai mari, energia undelor se va dispersa și ea. Drept urmare, cantitatea de energie ce revine unei unități se reduce treptat, pe măsură ce undele se depărtează de sursa ce le-a emis. Ca să se evite dispersia undelor, se folosesc antene directive.

Absorbția undelor radio. Experiențele și observațiile au arătat că se observă o absorbție a energiei undelor radio, la trecerea acestora prin diferite medii. S-a mai constatat că absorbția lipsește cînd unda se propagă în vid, că absorbția este foarte mică în aerul neionizat și că este mult mai mare în dielectricii solizi, în semiconductoare și în conductoare. Fenomenul acesta este folositor omului, deoarece pe el se bazează captarea undelor radio cu ajutorul antenelor, deci recepția radio. Întîlnind un conductor — respectiv o antenă de recepție — undele radio îi cedează acestuia o parte din energia lor, care determină în conductor oscilația electronilor liberi, inducînd astfel în el un curent de radiofrecvență, cu atît mai mare, cu cît energia undei radio este mai mare.

Reflecția și refracția undelor radio. Într-un mediu omogen, traiectoria de propagare a undelor radio este o dreaptă. Dar, ca și în cazul undelor luminoase, la trecerea dintr-un mediu într-altul, medii cu constante dielectrice diferite, apar fenomene de reflecție și refracție. Astfel de fenomene întîlnim mai ales la undele cu frecvențe mari (undele scurte) și sînt datorate ionosferei — stratul ionizat al atmosferei. Reflecția undelor se poate datora și diverselor obstacole de pe sol.

Difracția undelor radio. Undele radio a căror frecvență este mică (mai ales undele lungi și medii) au proprietatea de a ocoli, de a „escalada" obstacolele întîlnite — de exemplu clădiri masive, un vîrf muntos — curbîndu-și traiectoria. Drept urmare, în spatele obstacolelor apare *o zonă de tăcere* sau *o zonă de umbră electrică*, unde recepția undelor nu mai este posibilă.

Interferența undelor radio. Însumarea, într-un anumit loc din spațiu, a două sau mai multe unde radio de aceeași frecvență sau cu frecvențe apropiate, poartă numele de *interferență*. Aceasta se manifestă prin fluierături în radioreceptor, în cazul cînd s-au însumat (interferat) unde radio provenite de la diferite emițătoare. Cînd interferează undele aceluiași emițător, care au parcurs traiectorii diferite (cum se întîmplă în cazul undelor medii, dar, mai ales, scurte), are loc la recepție întărirea sau slăbirea undei (apariția *fadingului*), ca urmare a diferenței de fază dintre unde.

După această necesară divagație, să revenim la cele două feluri de undă, prin care se pot propaga undele radio.

Undele de suprafață se propagă la suprafața Pămîntului și sînt supuse difracției. Distanța de propagare este diferită și depinde de frecvența undei și de caracteristicile suprafeței dea-

supra căreia se propagă. De exemplu, solul le absoarbe mai puternic decît suprafaţa mării. Cauza o constituie conductanţa substanţei deasupra căreia se deplasează unda. Or, conductanţa apei sărate fiind mai mare decît a solului, unda va pierde, prin absorbţie, o cantitate mai mică de energie. Odată cu creşterea frecvenţei undei, creşte şi absorbţia energiei de către mediul deasupra căruia trece unda, deci unda se va propaga la o distanţă mai mică.

Undele spaţiale, adică undele care nu urmăresc în traiectoria lor suprafaţa Pămîntului, parcurg spaţiul, ajungînd pînă în straturile înalte ale atmosferei. La înălţimi mari, unde densitatea aerului scade odată cu altitudinea, moleculele sînt ionizate ca urmare a acţiunilor radiaţiilor ultraviolete emise de Soare şi a celor cosmice. De asemenea, aici, la înălţimi mari, se întîlnesc, în afară de ioni, şi electroni liberi. În raport cu suprafaţa Pămîntului, porţiunea ionizată din atmosferă este cuprinsă aproximativ între 60 . . . 400 km, porţiune ce poartă numele de *ionosferă*.

Cercetările au stabilit că ionosfera este formată din mai multe straturi suprapuse, fiecare definit printr-o literă. Stratul cel mai apropiat de Pămînt, notat cu litera *E*, prezintă ionizarea maximă la înălţimea de aproximativ 110 km. Ionizarea stratului *E* devine maximă la amiază şi practic dispare după apusul Soarelui. În timpul zilei se formează o zonă ionizată plasată între 60 . . . 80 km, numită stratul *D*, a cărui ionizare e proporţională cu înălţimea la care se găseşte Soarele. Pentru stratul *D*, ionizarea devine de asemenea maximă la amiază.

Deasupra stratului *E* se găseşte stratul *F*, care atinge înălţimea de aproximativ 300 km în timpul nopţii. La o astfel de înălţime aerul este atît de rarefiat, încît neutralizarea ionilor cu electronii este foarte redusă. Ionizarea descreşte după apusul Soarelui, atingînd minimul înainte de răsărit. În timpul zilei stratul *F* se împarte în alte două, *F1* şi *F2*, la înălţimile aproximative de 200 . . . 250 km, respectiv 300 . . . 400 km, ele atingînd ionizarea maximă la amiază. Nivelul straturilor ionizate ale ionosferei, precum şi cantităţile de ioni şi electroni diferă de la zi la noapte şi de la anotimp la anotimp.

Dar ionizarea mai depinde şi de ciclul de 11 ani al activităţii solare, precum şi de variaţiile bruşte ale cîmpului magnetic terestru.

Datorită sarcinilor electrice din ionosferă, aceasta joacă pentru undele radio rolul unei oglinzi naturale uriaşe, pe care ele se reflectă. Deci, undele plecate spre ionosferă se întorc spre Pămînt sub forma aşa-numitelor unde indirecte.

Undele cu frecvenţă coborîtă se reflectă pe ionosferă şi se înapoiază pe Pămînt, chiar dacă sînt îndreptate iniţial pe verticală. Odată cu creşterea frecvenţei undelor se poate ajunge însă la o frecvenţă anumită, peste care undele nu mai sînt reflectate de ionosferă. Aceasta este *frecvenţa critică*. Dacă undele nu sînt îndreptate pe verticală, ci sub un unghi mai mic de 90°, ele se pot reflecta sau refracta în ionosferă, reîntorcîndu-se spre Pămînt, chiar dacă au depăşit de 3 ori frecvenţa critică. Fenomenele la care sînt supuse undele radio în ionosferă sînt complexe, în acelaşi timp întîlnindu-se reflexia, refracţia, difracţia şi difuzia. Traiectoriile undelor în spaţiu pot fi imaginate ca în fig. 73.



FIG. 73

Reflectate de ionosferă şi reîntoarse pe Pămînt, undele pot fi reflectate din nou chiar de Pămînt, reîntorcîndu-se în ionosferă. Astfel, pot avea loc cîteva reflecţii succesive între ionosferă şi Pămînt. Are loc aşa-numita *reflecţie multiplă*, capabilă să determine undele să înconjure, în anumite condiţii, Pămîntul. Undele ultrascurte şi decimetrice pot fi reflectate chiar de roiurile de meteoriţi din apropierea Pămîntului, ori de straturile puternic ionizate în timpul aurorelor polare.

În timpul propagării undelor spaţiale apar frecvent fenomenele de fading şi de zonă de tăcere, mai ales în domeniul undelor scurte.

Şi acum cîteva consideraţii privind propagarea principalelor categorii de unde radio.

Undele lungi se propagă numai prin unde de suprafaţă.

Undele medii se propagă atît prin unde de suprafaţă, cît şi prin unde spaţiale. Ziua sînt puternic absorbite ; în schimb noaptea se propagă mai bine, putînd fi recepţionate la distanţe mari. Cu cît frecvenţa undelor medii este mai mică, cu atît fadingul

este mai puternic, datorită interferenței undei spațiale cu cea de suprafață.

Undele scurte au o propagare interesantă. Unda de suprafață are o mică rază de acțiune. Undele scurte se propagă în special prin unde spațiale. Datorită frecvențelor lor indicate, ele sînt puternic absorbite. După zona de audibilitate (determinată de unda de suprafață), urmează o zonă de tăcere, apoi o zonă nouă de audibilitate, de astă dată determinată de undele spațiale, reflectate spre Pămînt de ionosferă. Astfel, cu puteri mici — cum e cazul radioamatorilor — se pot realiza legături radio la distanțe mari.

Datorită interferenței, undele scurte sînt supuse aproape continuu unui fading puternic. Uneori apare și *ecoul*, ca urmare a sosirii undelor la receptor pe două căi: prin undă de suprafață și prin undă spațială, după ce a ocolit Pămîntul prin antipozi, datorită unei reflexii multiple. Ecoul apare în urma decalajului de timp în care se face propagarea celor două unde (cca 1/7 s).

Undele metrice, decimetrice și centimetrice nu sînt reflectate de ionosferă. Propagarea lor se face în general prin undă directă. Totuși, în aceste game s-au realizat legături la distanță foarte mare, datorită reflexiei, refracției și difracției pe suprafața micrometeoriților din apropierea Pămîntului.

Antene de recepție

O comunicație radio rezultă, în linii mari, din două transformări: cea de la stația de emisie, unde sunetele sînt transformate în unde radio, și cea de la stația de recepție, unde sînt transformate undele radio în sunete.

Înainte de toate, pentru recepția unei emisii este necesar să se capteze undele radio sau, cu alte cuvinte, energia radiată în spațiu de emițător. Aceasta se obține cu ajutorul colectoarelor de undă.

Undele radio, care, după cum am văzut, se propagă în toate direcțiile, traversînd corpurile rău conductoare de electricitate, sînt absorbite de corpurile bune conductoare de electricitate și mai ales de masele metalice. Acesta este și motivul pentru care colectoarele de unde sînt construite dintr-un fir metalic foarte bun conductor de electricitate sau de un ansamblu de asemenea fire, dispuse în asemenea fel, încît să fie cît mai mult influențate de undele radio.

Cu toate acestea, rolul colectorului de unde nu se rezumă doar la oprirea undelor radio. El le și transformă în energie elec-

trică de o infimă putere, dar de aceeaşi formă ca şi curentul care la emisie a dat naştere undei (sau radiaţiei electromagnetice) captate. Aceasta rezultă dintr-una din legile principale ale electromagnetismului şi anume: undele electromagnetice induc curenţi de radiofrecvenţă în conductoarele pe care le întîlnesc, aşa cum am arătat cînd am vorbit despre dispersia undelor.

Mărimea energiei captate depinde de amplasarea şi dimensiunile conductorului, ca şi de distanţa faţă de postul de emisie. Există mai multe feluri de colectoare de unde şi anume: *antenele*, *cadrele* şi *antenele magnetice*.

Antena este organul de legătură între emiţător sau receptor şi mediul înconjurător. Cu alte cuvinte este organul de cuplaj cu mediul înconjurător, organ de radiaţie al staţiei de emisie şi colectorul de unde al staţiei de recepţie.

Antena transmite la emisie oscilaţiile electrice ale curentului de radiofrecvenţă mediului înconjurător, întocmai cutiei de rezonanţă a unui instrument muzical cu coarde, care transmite vibraţiile acestora mediului înconjurător, întărind sunetul prin marea suprafaţă de contact cu aerul.

La recepţie, antena, sub influenţa undelor electromagnetice, dă naştere unor curenţi de radiofrecvenţă (ce sînt apoi duşi la receptor), tot astfel cum sub influenţa sunetelor din afară, cutia de rezonanţă a unui instrument cu coarde începe să vibreze.

Antena constituie — aşa cum am văzut — un circuit oscilant deschis, caracterizat prin desfăşurarea sau risipirea liniilor de forţă magnetică şi electrică în spaţiul înconjurător, cu care formează astfel o mult mai bună legătură decît circuitul oscilant închis, care are liniile de forţă concentrate.

Circuitul oscilant deschis mai prezintă particularitatea de a avea capacitatea şi inductanţa distribuite pe toată lungimea, spre deosebire de circuitul oscilant închis, care are atît inductanţa cît şi capacitatea concentrate într-o bobină şi un condensator. De fapt, firul antenei poate fi considerat ca armătura unui condensator, cealaltă armătură fiind pămîntul, inductanţa fiind formată din inductanţa firului întins. Datorită capacităţii şi inductanţei distribuite, curentul are valori eficace diferite în diferitele puncte ale antenei.

Antena vibrează ca o coardă (fig. 74). Ea este deci sediul unor unde staţionare, care au lungime de undă şi frecvenţă proprie. Calculele arată că lungimea de undă a oscilaţiilor proprii ale unei antene este egală cu dublul lungimii conductorului ce o constituie. În practică se folosesc antene care vibrează pe o ju-

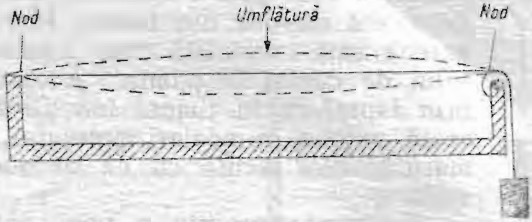


FIG. 74

mătate din lungimea de undă $\left(\frac{\lambda}{2}\right)$, pe un sfert din lungimea de undă $\left(\frac{\lambda}{4}\right)$ etc.

Intensitatea maximă a curentului se găseşte la baza antenei, la vîrf intensitatea ei scăzînd la zero, deoarece în acest punct în alternanţă coborîtoare electronii nu au de unde veni, iar în alternanţă ascendentă nu au unde să se ducă (fig. 75-*a*).

Distribuţia potenţialului este tocmai inversă (fig. 75-*b*). Deci, la baza antenei nu vom avea fluctuaţii de tensiune, lucru firesc dacă ţinem seama de faptul că acest punct este conectat

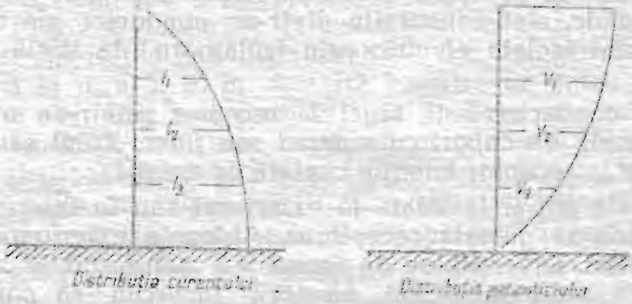


FIG. 75

electric la pămînt, în timp ce la vîrful antenei vom avea fluctuaţii maxime de tensiune.

Datorită distribuţiei neuniforme de curent şi de tensiune, în timpul funcţionării capacitatea şi inductanţa antenei diferă de cele statice. Deconectînd antena de la pămînt şi măsurîndu-i ca-

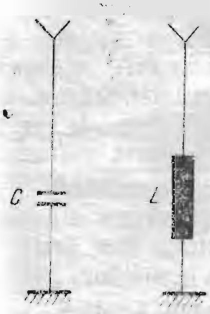


FIG. 76

pacitatea vom găsi o valoare (valoarea statică) deosebită de cea din timpul funcţionării, cînd antena este conectată prin intermediul circuitului de cuplaj la pămînt. Aceasta se explică prin faptul că în timpul funcţionării nu avem toată antena la acelaşi potenţial, ca în cazul măsurătorilor făcute cu ea deconectată de pămînt.

Frecvenţa proprie a unei antene poate fi modificată prin adăugarea unei inductanţe sau unei capacităţi la baza ei (fig. 76).

În primul caz, avem două capacităţi conectate în serie (capacitatea antenei şi capacitatea adăugată), capacitatea rezultantă fiind mai mică decît cea iniţială a antenei. Astfel se produce o „scurtare" electrică a antenei, respectiv micşorarea lungimii sale de undă şi creşterea frecvenţei proprii.

În cazul în care adăugăm o inductanţă în serie cu inductanţa antenei, inductanţa rezultată este mai mare, lungimea de undă a antenei se măreşte, iar frecvenţa scade. Trebuie însă să reţinem faptul că antena trebuie să fie întotdeauna acordată. Această condiţie se impune de obicei la emisie, nefiind obligatorie la recepţie, unde în majoritatea cazurilor se lucrează cu antene dezacordate.

Antenele de recepţie, care reprezintă cele mai bune colectoare de unde, sînt constituite dintr-un conductor ale cărui extremităţi sînt izolate electric prin izolatoare (de sticlă sau porţelan).

Acest conductor este legat la receptor printr-un altul, care poartă numele de *coborîrea antenei* sau *fider*. Rolul său este de a transmite la receptor energia captată de antenă.

Antenele pot fi instalate la exteriorul sau în interiorul imobilelor, unde se găseşte receptorul. Antenele exterioare sînt de forme diferite. Diversitatea de forme s-a manifestat în special la începuturile radioului, cînd amatorii încercau să compenseze lipsa de sensibilitate a aparatelor prin antene multifilare, uneori foarte lungi, care ulterior au fost abandonate.

Principalele forme ale antenelor exterioare sînt: antene unifilare orizontale, în formă de L sau T, antene verticale, antene cu coborîre ecranată.

Antena în formă de L, reprezentată în fig. 77-*a* şi cea în formă de T, reprezentată în fig. 77-*b*, sînt asemănătoare. Singură amplasarea coborîrii este diferită, aceasta fiind la una din



FIG. 77

extremitățile antenei, în primul caz, și în mijlocul ei, în cel de al doilea. Amatorul va opta pentru una sau alta, după posibilitățile locului de instalare.

Pentru realizarea antenei vom utiliza conductor de cupru sau bronz fosforos cu diametrul de 1,5 sau 2 mm. Diametrul conductorului este necesar a fi cel puțin de mărimea indicată, deoarece curenții de radiofrecvență circulînd mai mult la suprafața metalelor (efect pelicular), este necesar ca firul întrebuințat să aibă o suprafață cît mai mare. De aceea, în limita posibilităților, este preferabilă folosirea cablurilor compuse din mai multe fire subțiri și împletite, cunoscute sub denumirea de *liță*. Lungimea conductorului va fi în jurul a 10 m. Această lungime va putea fi mărită pînă la 30 m sau chiar mai mult, în cazul în care receptorul are o sensibilitate redusă, cum este cazul celor cu cristal. Nu este indicat să se depășească această dimensiune, deoarece pentru receptoarele obișnuite cu tuburi electronice sau tranzistoare energia culeasă de antenă este suficientă. O antenă prea lungă are o influență negativă asupra selectivității receptorului și captează totodată mulți paraziți industriali și atmosferici, ce vor perturba recepția. Lungimea antenei nu este critică. Numai în cazuri speciale, cînd se dorește recepționarea preferențială a unei stații, lungimea antenei este critică, așa cum vom vedea în capitolul consacrat antenelor speciale pentru traficul de amator.

La montare, antena trebuie izolată la fiecare capăt de stîlpii sau de ramurile arborilor care o susțin, prin 2 . . . 3 izolatoare de porțelan sau sticlă.

În cazul cînd antena este susţinută de arbori, este recomandabilă intercalarea unui resort spiral pentru a-i da stabilitate şi pentru a se evita ruperea antenei în timpul furtunilor.

Pentru coborîre vom întrebuinţa un conductor masiv sau liţat, izolat în cauciuc sau material plastic, asemănătoare celor folosite la instalaţiile electrice auto. De menţionat că legătura coborîrii cu firul antenei se va face obligatoriu printr-o lipitură de bună calitate, cu cositor. Un contact defectuos provoacă întreruperea recepţiei şi paraziţi nedoriţi.

Intrarea în interiorul imobilului se execută printr-o gaură făcută în rama ferestrei, unde se fixează o ţeavă îndoită din porţelan, de genul celor folosite la instalaţiile electrice şi care poartă denumirea de *pipă de intrare*. În lipsă, vom întrebuinţa o veche bujie auto căreia îi vom scoate electrodul central.

Pentru ca antena să aibă eficacitate maximă şi să culeagă o cantitate cît mai redusă de paraziţi industriali este necesar să fie cît mai înaltă şi bine degajată. În special, o vom depărta cît mai mult de obiecte metalice (de exemplu : streşinile sau acoperişul metalic al imobilului).

Rezultatele obţinute cu antenele în L sau T sînt asemănătoare. Totuşi antena în T (coborîrea este conectată la centrul antenei) dă rezultate mai bune la recepţia undelor scurte.

În cazul cînd antenele orizontale descrise mai sus sînt în vecinătatea liniilor de alimentare electrică sau a reţelei telefonice este preferabil, pentru a se limita influenţa acestora (manifestată prin paraziţi), să fie amplasate perpendicular pe ele.

Antena verticală este şi ea întrebuinţată uneori, fiind economică, iar aşezarea ei realizîndu-se uşor. Randamentul său este însă mai scăzut decît acela al unei antene orizontale. În fig. 78 se arată montarea practică a unei asemenea antene. Ea este constituită dintr-un catarg de bambus sau lemn cu două suporturi metalice sau de lemn, care susţin două fire unite între ele în partea inferioară. Aceste fire — bine întinse şi izolate de suporturi prin izolatoare — reprezintă colectorul de unde propriu-zis.

Se poate, de asemenea, realiza o antenă verticală foarte simplă, folosind o tijă metalică de 2 . . . 3 m, susţinută şi izolată numai la bază. Coborîrea se leagă în acest caz la capătul inferior al tijei.

În zonele industriale, cu multe surse de perturbaţie radioelectrică, se folosesc cu succes antenele verticale cu coborîrea ecranată, în vederea eliminării paraziţilor care perturbează recepţia. Aceste antene se vor aşeza cît mai sus posibil, pentru a fi deasupra cîmpului de paraziţi.

Diferența față de antenele verticale obișnuite, de care am vorbit mai înainte, constă în aceea că firul de coborîre este acoperit cu o cămașă metalică ce-l protejează contra paraziților generați de aparatele electrice din vecinătate. Acest fir este legat pe de o parte de antenă și pe de alta la receptor, prin intermediul a două transformatoare ecranate (*T*1 și *T*2), așezate așa cum se arată în fig. 79, deoarece în cazul legăturii directe, coborî-

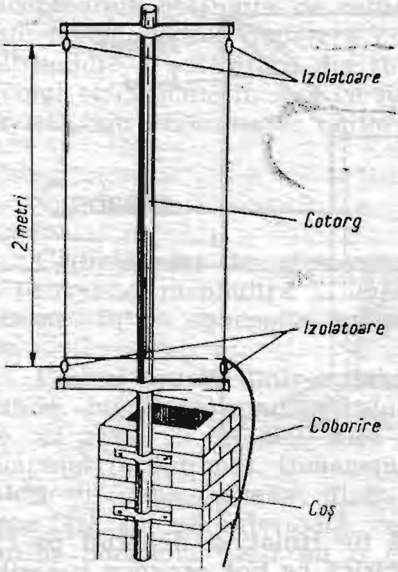


FIG. 78

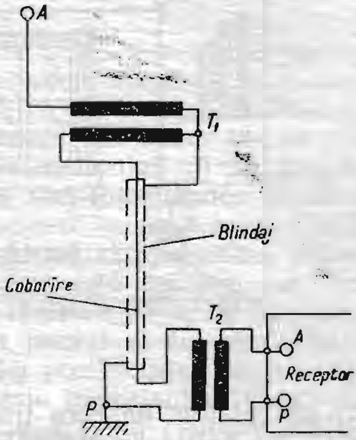


FIG. 79

rea ecranată provoacă o atenuare serioasă a semnalelor. Coborîrea poate fi făcută din cablu coaxial folosit în mod frecvent la antenele de televiziune.

Așezarea unei antene ecranate nu prezintă dificultăți față de antena verticală obișnuită, dar este necesar să se confecționeze cele două transformatoare de radiofrecvență, în funcție de gama ce se recepționează (unde lungi, medii, scurte sau ultrascurte).

Trebuie, totodată, să precizăm că numai antenele exterioare pot fi antiparazite.

Antenele interioare, uneori singurele ce pot fi instalate, au o eficacitate mai redusă decît cele exterioare, deoarece masele metalice din pereții imobilului — armăturile metalice din be-

toane, țevile de apă și gaze etc. — absorb în mare parte energia undelor radio, așa că energia captată de antenă este slabă. Totuși ele sînt preferabile unei simple bucăți de conductor, cum se folosește uneori în loc de antenă.

Aceste antene se așază urmînd aceleași principii ca și la antenele exterioare. Partea activă a antenei este formată dintr-un conductor de cupru (liță) așezat la minimum 10 cm de zi-

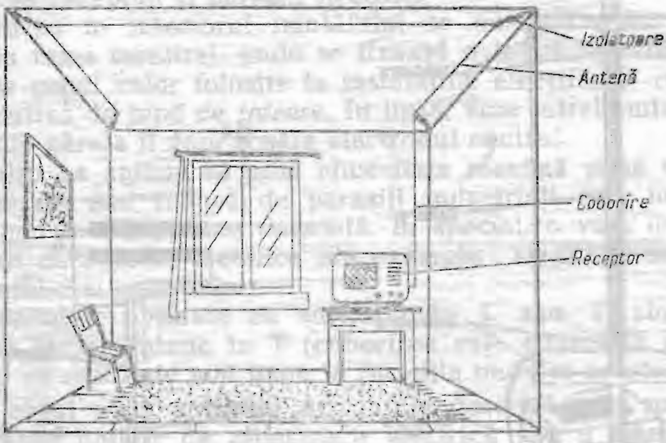


FIG. 80

duri sau plafon, de care trebuie să fie izolat, și depărtat pe cît posibil de liniile de alimentare electrică ce pot provoca paraziți.

În fig. 80 este arătată una din cele mai bune așezări ce se pot realiza. Antena are forma de U și este fixată la colțuri prin izolatori de sticlă sau porțelan. Dacă firul de coborîre nu are nici un contact cu zidul, nu este necesară izolarea lui. Dacă pentru motive estetice antena trebuie să fie făcută cît mai puțin vizibilă, vom întrebuința un conductor flexibil, izolat cu mătase sau material plastic, de culoare asortată cu aceea a zidurilor, care se va fixa cu ajutorul unor izolatoare cilindrice de porțelan, prevăzute cu șanț.

O bună antenă verticală interioară se poate realiza în interiorul unui coș de sobă neîntrebuințat, fără coturi. Firul antenei este legat prin izolatoare de suporturi metalice așezate la capătul superior și la baza coșului, astfel încît să fie montat în centrul coșului și să nu atingă pereții acestuia.

În lipsa posibilităţilor de instalare a unei antene exterioare şi interioare, se poate folosi ca antenă unul din conductoarele reţelei electrice de iluminat care, dată fiind lungimea mare pe care o are, poate contitui o antenă pentru receptoare mai simple. In acest caz legătura între receptor şi unul din polii reţelei electrice se face prin intermediul unui condensator fix de 1 000 ... 5 000 pF, prevăzut a lucra la tensiunea de 1 000 V, pentru a evita eventualele scurtcircuite şi deteriorări ale receptorului. Pentru receptoarele obişnuite de radiodifuziune *acest gen de antenă nu este recomandabil*, deoarece constituie şi un excelent drum de pătrundere a paraziţilor din reţea în receptor. În plus, există pericolul electrocutării. Aşa că *nu-l recomandăm*, ci doar l-am menţionat pentru informarea cititorului.

Cadrele

Cadrele sînt de asemenea colectoare de unde. Ele au avut o deosebită răspîndire la începuturile radioului. Şi în prezent, desigur, într-o concepţie modernă, ele sînt folosite des la recepţie.

Cadrul constă dintr-o bobină de formă şi dimensiuni convenabile, lungimea conductorului din care este confecţionat fiind de cel puţin 10 ori mai mică decît lungimea de undă minimă a cîmpului recepţionat. Dimensiunile lor permit să fie introduse în interiorul receptoarelor, dîndu-le astfel posibilitatea să recepţioneze fără antenă exterioară, ceea ce este important în cazul posturilor portabile. Deşi au o eficacitate scăzută (tensiunea obţinută în cadru fiind de sute de ori mai mică decît cea oferită de o antenă obişnuită), lucrul acesta nu este atît de important în cazul receptoarelor de calitate, cu mare sensibilitate, unde se cere antenei mai ales un raport ridicat între semnalul util şi zgomotul recepţionat. În plus, cadrul este superior datorită directivităţii sale.

Cadrul nu se conectează direct la bornele de antenă şi de pămînt ale receptorului, ci pe grila de comandă a primului tub electronic şi masă, sau prin intermediul unui bobinaj special şi al unui etaj de amplificare suplimentar.

Cadrul formează un circuit închis, în timp ce antena reprezintă, — cum am văzut — împreună cu priza de pămînt, un circuit deschis. De aceea, receptoarele cu cadru nu au nevoie de priză de pămînt. Deşi energia captată de un cadru este mult mai redusă decît cea captată de o antenă, totuşi cadrul posedă un avantaj : are un pronunţat efect directiv sau, cu alte cuvinte,

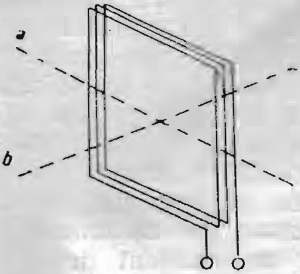


FIG. 81

permite recepţia cu semnalele maxime numai a staţiilor ce se găsesc în direcţia planului spirelor. Această proprietate, numită *directivitate*, permite să se separe mult mai uşor staţiile şi să se elimine marea majoritate a paraziţilor. Directivitatea cadrului mai permite şi determinarea poziţiei unei staţii de emisie, formînd baza radiogoniometriei.

În fig. 81 este reprezentat un cadru. Staţiile de emisie de pe direcţia *a* sînt recepţionate cu maximum de putere; din contră, de pe direcţia *b* sînt recepţionate foarte slab. Aceasta deoarece dacă se orientează cadrul într-un plan perpendicular pe direcţia de propagare a undelor, tensiunea de radiofrecvenţă indusă într-o spiră este nulă şi cadrul nu recepţionează. Orientînd cadrul într-un plan paralel cu direcţia de propagare a undei, tensiunea indusă este maximă şi cadrul recepţionează. De aici decurge şi proprietatea sa de directivitate.

Antena magnetică

Toate radioreceptoarele portabile cu tranzistoare, produse de fabrică ori de amator, sînt echipate cu antene interioare, de ferită.

Antena magnetică are proprietăţi asemănătoare cu ale antenei cadru. Dealtfel, ea poate fi considerată un cadru (o bobină) în care s-a introdus un miez magnetic, care intensifică cîmpul magnetic al cadrului. Ca şi acesta, are o directivitate pronunţată, dar eficacitatea ei este mai ridicată. Dimensiunile sale sînt reduse, fiind totodată mai puţin influenţată de obiectele metalice din jur. În ultimii ani antena magnetică este frecvent folosită în receptoarele de radiodifuziune, chiar şi în cele stabile, de mari dimensiuni.

Antena magnetică este constituită dintr-un bobinaj înfăşurat pe un miez magnetic, confecţionat dintr-un material special de radiofrecvenţă. Miezul, în formă de bară, concentrează liniile de forţă, mărind considerabil energia captată, în comparaţie cu cadrul. Materialul cel mai eficace s-a dovedit a fi *ferita*, de unde şi denumirea de *antenă de ferită*, întrebuinţată frecvent pentru antena magnetică. Antena magnetică arată în general ca în fig. 82.

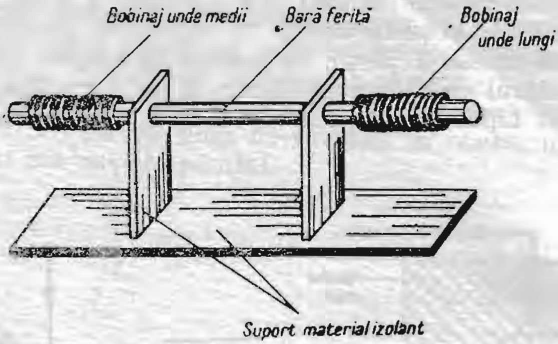


FIG. 82

Lungimea barei de ferită este cuprinsă între 5...25 cm, iar diametrul între 5...12 mm. Numărul de spire al bobinajului, diametrul şi felul conductorului diferă de la un receptor la altul, şi este indicat la orice montaj prevăzut cu astfel de antenă. Desigur, calitatea antenei depinde, în primul rînd, de calitatea feritei, respectiv de *factorul de permeabilitate magnetică* (μ). În cazul recepţionării undelor lungi, μ trebuie să fie cuprins între 500...2 000, iar în cazul undelor medii între 200...800. Obişnuit, cînd cu aceeaşi antenă se recepţionează ambele game, se alege o ferită cu μ cuprins între 500...800 de obicei 600. Pentru unde scurte factorul de permeabilitate magnetică trebuie să fie foarte redus, între 10...20.

Priza de pămînt

Circuitul de antenă nu dă randamentul necesar dacă nu se închide celălalt capăt al său din receptor prin pămînt. Acesta este motivul pentru care toate receptoarele sînt prevăzute cu o priză de pămînt (în afara celor „universale"). Conectarea la pămînt aduce o ameliorare sensibilă a recepţiei. Dar pentru aceasta priza de pămînt trebuie realizată cu grijă. Orice contact imperfect poate provoca întreruperi şi paraziţi la recepţie.

O bună priză de pămînt se realizează ca în fig. 83. Într-o groapă adîncă de 120...150 cm, lungă de 100 cm şi lată de 60 cm se introduce o bandă de cupru lungă de 200 cm şi lată de 50 cm, răsucită în spirală. În interiorul gropii se aşază cărbuni bine în-

desați, adăugîndu-se apă (în care s-a dizolvat în prealabil sare de bucătărie) pînă ce aceasta apare la suprafața stratului de cărbuni. La partea de sus a benzii se lipește cu cositor, în mai multe locuri, conductorul ce merge la aparat și care va avea diametrul de 1,5—2 mm. Lipitura cu cositor va fi apoi acoperită bine cu smoală topită.

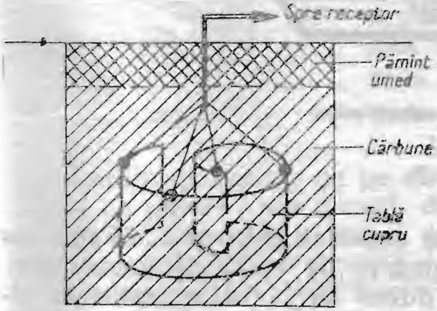


FIG. 83

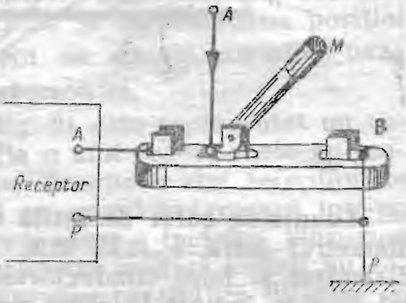


FIG. 84

Deasupra ultimului strat de cărbune se așază un strat de pămînt bine bătut, de cel puțin 60 cm grosime. Priza de pămînt va fi întreținută din timp în timp prin adăugarea de apă cu sare. O soluție mai bună și care ne scutește de aceste întrețineri este amplasarea prizei de pămînt în dreptul unui burlan, ea fiind astfel permanent udată.

În cazul cînd nu sînt posibilități, priza de pămînt va putea fi realizată prin introducerea în sol a unei vergele metalice, preferabil zincată, de minimum 150 cm (sol umed, de preferință) sau prin conectarea la rețeaua de apă a imobilului prin intermediul unui colier metalic, asigurîndu-se astfel un bun contact electric și evitîndu-se deteriorarea conductei. În toate cazurile conductorul de legătură folosit va avea diametrul de 1,5 ... 2 mm.

În general antena este reprezentată simbolic prin litera *A*, iar priza de pămînt prin litera *P*.

În cazul folosirii antenelor exterioare bine degajate, în vederea evitării deteriorării aparatului de recepție prin descărcările electrice puternice din timpul furtunilor, se va folosi un comutator (fig. 84) constituit dintr-un suport izolant, pe care se fixează o lamă metalică cu mîner izolant (*M*), ce poate fi introdusă în unul din cele două contacte laterale. Montarea se face

ca în fig. 84, antena find conectată la mijloc. Unul din contactele laterale este legat printr-un conductor izolat la borna de antenă a receptorului, iar celălalt la priza de pămînt.

Pentru recepţie, lama metalică cu mînerul *M* se introduce în contactul *A*, iar pe timp de furtună în contactul *B*, antena fi- ind în acest caz pusă la pămînt.

Tuburi electronice

Cîteva generalităţi

Tuburile electronice sau lămpile de radio, cum sînt numite popular, sînt minunate realizări ale ingeniozităţii omeneşti. Ele au permis dezvoltarea radioului, a televiziunii şi a radioelectronicii în general. Funcţionarea lor se bazează pe *efectul Edison*, fenomen aplicat prin cunoscuta experienţă a lui Fleming.

Experienţa lui Fleming, care a reprezentat de fapt actul de naştere al tuburilor electronice, a constat în încălzirea unui fir metalic (filament) plasat în apropierea unei plăcuţe metalice, ansamblul fiind închis într-un balon de sticlă în care s-a făcut vid. Realizînd montajul din fig. 85, prin legarea plăcii la polul pozitiv al unei baterii, iar polul negativ la filament, Fleming a constatat că atunci cînd firul metalic atinge o anumită temperatură, miliampermetrul indică trecerea unui curent de la placă spre fir (filament), în sensul convenţional de descărcare al unei baterii. Inversînd polii bateriei, miliampermetrul nu indică nimic.

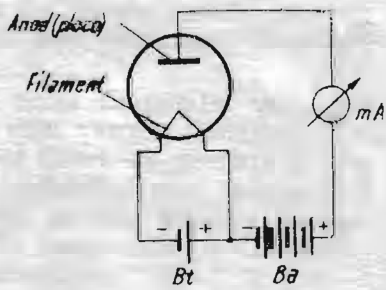


FIG. 85

Trecerea curentului se datoreşte electronilor emişi de filamentul incandescent. Aceştia, fiind negativi, sînt atraşi de placa metalică numai cînd ea este pozitivă, ceea ce explică motivul pentru care lampa lui Fleming nu lasă să treacă curentul decît într-un singur sens. În consecinţă, dacă îi aplicăm un curent alternativ, ea nu lasă să treacă decît semiperioadele pozitive, putînd astfel produce fenomenul de redresare, în cazul curentului alternativ de la reţea şi fenomenul de detecţie, în cazul curenţilor de radiofrecvenţă, aşa cum vom vedea în paginile următoare.

Filamentul este făcut de obicei din tungsten (wolfram) sau tungsten toriat. Pentru a se obţine o emisie electronică mai bogată, creîndu-se totodată posibilitatea utilizării curentului alternativ pentru încălzirea filamentului, acesta (în cazul tuburilor de încălzire indirectă) încălzeşte un catod alcătuit dintr-un tub de nichel acoperit cu un strat emisiv de oxizi de bariu şi stronţiu.

Tubul electronic cu doi electrozi, sau *dioda*, are deci un *filament* sau *catod*, ce se leagă la polul negativ, şi o *placă* sau *anod*, care se leagă la polul pozitiv.

Fizicianul Lee de Forest a reuşit să comande fluxul de electroni al diodei introducînd între catod şi anod un nou electrod sub forma unui grătar, ce poartă denumirea de *grilă*, creînd astfel tubul cu trei electrozi, *trioda*.

Nu vom intra acum în amănunte privitoare la aceste tipuri de tuburi. Vom spune că, în general, orice tub electronic este format din : *1* — un balon vidat, care cuprinde elementele tubului (filament, catod, grilă, anod etc.), balon confecţionat din sticlă sau metal ; *2* — un număr de contacte (piciorușe), prin care se face legătura cu elementele din interiorul balonului ; *3* — unele tuburi (metalice sau din sticlă) sînt prevăzute în partea de jos cu un suport de bachelită sau alt material (sticlă), numit *culot*, prin care trec piciorușele. Tuburile miniatură, subminiatură şi ghindă n-au culot, iar piciorușele, trecînd prin baza balonului de sticlă, se introduc în soclu, ori se lipesc direct de circuitele montajului.

După numărul de electrozi, tuburile poartă diferite denumiri. În afară de *diode* (doi electrozi), *triode* (trei electrozi) se folosesc *tetrode* (patru electrozi), *pentode* (cinci electrozi), *hexode* (şase electrozi), *heptode* (şapte electrozi), *octode* (opt electrozi) etc. Ajungînd, aici, este bine să ştim că tuburile electronice, din punct de vedere al alimentării lor, se împart în două categorii : *tuburi cu încălzire directă*, la care filamentul emite electronii, fiind încălzit direct, prin conectarea la o sursă de curent electric, şi *tuburi cu încălzire indirectă*, la care catodul care emite electronii este un electrod izolat electric de filament şi încălzit de acesta doar prin conductibilitate termică, deci neavînd legătură directă cu sursa de energie electrică ce provoacă încălzirea filamentului. Filamentul nu are legătură cu polul minus al alimentării anodice, care în acest caz se leagă la catod.

Tuburile cu încălzire directă sînt uşor de montat, au un consum redus, dar pretind o sursă de energie electrică care să debiteze un curent continuu cît mai constant (pile electrice, acumulatoare), în schimb tuburile cu încălzire indirectă, datorită inerţiei

termice a catodului, au avantajul că pot fi alimentate și din rețeaua de curent alternativ.

În cele ce urmează vom prezenta, pe scurt, principalele tuburi electronice folosite azi în radiotehnică, împreună cu cîteva din elementele ce le caracterizează. Menționăm că nu vom insista prea mult, deoarece — deși sînt încă foarte folosite — tuburile electronice au azi concurenți serioși în diodele semiconductoare și în tranzistoare.

Principalele tipuri de tub

Așa cum am arătat, în radiotehnică se folosesc diferite tipuri de tuburi, cu diferite denumiri, în funcție de numărul electrozilor. De asemenea, au căpătat o largă utilizare și tuburile combinate, compuse din două sau trei tuburi cuprinse în același balon.

Dioda reprezintă cel mai simplu tub electronic. Este format numai din doi electrozi : *catodul* și *anodul* — primul emițător de electroni, cel de-al doilea captator de electroni. Există două tipuri de diode : cu *încălzire directă* (filamentul emite el electroni) și cu *încălzire indirectă* (filamentul încălzește un catod emițător de electroni). Anozii sînt confecționați din metale greu fuzibile (nichel, molibden, tantal), cu formă cilindrică ori paralelipipedică și cu capetele deschise ; în interiorul lui se află filamentul catodului, la tuburile cu încălzire indirectă. Aspectul și reprezentarea simbolică a diodelor este prezentată în fig. 86.

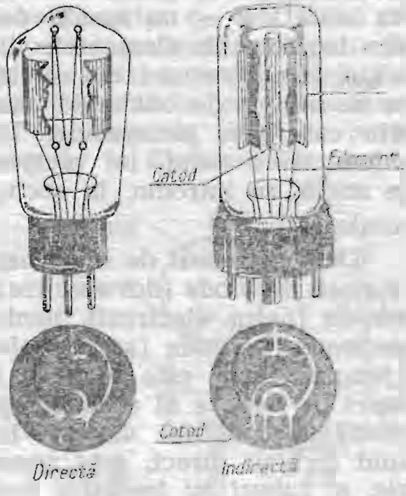


FIG. 86

Capetele electrozilor sînt unite cu piciorușele metalice fixate în culot, care servesc la introducerea tubului în soclu (tuburile moderne n-au culot, așa că sîrmele de legătură ale electrozilor reprezintă chiar piciorușele).

În subcapitolul anterior am amintit modul de funcționare al diodelor, precum și funcția lor de bază : *redresarea* curenților

alternativi audio sau de radiofrecvență. În mare, redresarea curenților alternativi cu ajutorul diodei se petrece ca în modul prezentat în fig. 85. După cum se poate observa, anodul se află la un potențial pozitiv față de catod (filament), astfel că în interiorul tubului electronii vor circula numai într-un singur sens: de la catod la anod. Aceasta, deoarece electronii sînt atrași doar cînd anodul este pozitiv. Cum un curent alternativ este caracterizat prin faptul că-și schimbă sensul de multe ori pe secundă, dacă el alimentează anodul, acesta va atrage electroni (deci va da naștere unui curent electric) numai în semiperioadele pozitive. Folosind două diode, fiecare va „redresa" cîte o semiperioadă, obținîndu-se în final un curent alcătuit din *pulsații*, care pot fi „netezite" cu ajutorul filtrelor formate din condensatoare și inductanțe.

Redresarea curenților alternativi de radiofrecvență are loc în mod similar cu ajutorul diodelor, dar poartă numele de *detecție*.

Astăzi diodele redresoare sînt tot mai mult înlocuite cu redresoarele uscate, alcătuite din coloane de celule cu cuproxid și, mai ales, seleniu. De asemenea, diodele semiconductoare devin, pe zi ce trece, concurenți serioși, datorită dimensiunilor lor mai reduse și a bunelor rezultate oferite atît în redresarea curenților de audiofrecvență, cît și a celor de radiofrecvență.

Trioda este tubul electronic cu trei electrozi. Față de diodă ea are în plus încă un electrod numit *grilă* sau *grilă de comandă*. Constructiv, grila se poate prezenta ca o spirală cilindrică ce înconjură catodul sau, mai rar, ca o plasă cu ochiurile foarte mici. Apariția triodei, așa cum am mai spus, a reprezentat o altă mare revoluție tehnică în radioelectronică.

Introducerea unui al treilea electrod între anod și catod conferă tubului proprietăți importante. Așezată în apropierea catodului și în drumul electronilor, grila poate comanda fluxul de electroni. Dacă grila este mai pozitivă decît catodul și mai negativă decît anodul, electronii emiși de catod sînt accelerați puternic, trec prin ochiurile grilei și ajung mai repede și în număr mai mare la anod. Din contră, dacă grila este mai negativă decît catodul, atunci respinge electronii, care nu mai ajung la ea; se spune că tubul este blocat. De aceea putem spune că, variind tensiunea aplicată grilei se poate determina valoarea curentului anodic de la zero la curentul de saturație.

Amplificarea reprezintă funcția principală a triodei. Să considerăm montajul din fig. 87, care prezintă un etaj de amplificare cu o triodă. Să mai presupunem că schimbînd tensiunea de grilă cu 1 *V*, curentul anodic variază cu 0,003 *A*, iar rezistența

de sarcină (R_a) din circuitul anodic are valoarea 10 kΩ. Conform legii lui Ohm, rezultă că la bornele rezistenţei de sarcină tensiunea va fi de 30 V:

$$0{,}003\ A \times 10\,000\ \Omega = 30\ V$$

Aşadar, pentru o variaţie de 1 V la grila de comandă a tubului se obţine la ieşire o variaţie de 30 V; deci semnalul a fost amplificat de 30 de ori. Cum sistemele electronice permit cu-

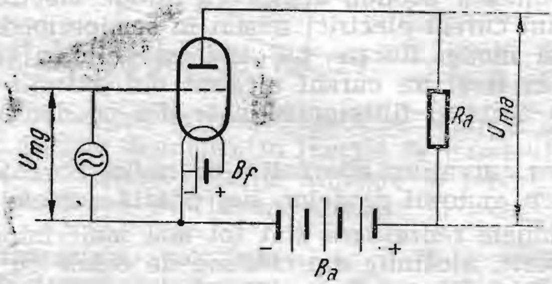


FIG. 87

plarea în serie a mai multor etaje amplificatoare cu triode, rezultă că un semnal foarte mic poate fi amplificat foarte mult. Teoretic, cu triode pot fi obţinute amplificări oricît de mari. În practică, însă, valoarea amplificării este limitată de tensiunea de zgomot a tuburilor şi a rezistenţelor.

După cum se poate observa în fig. 87, s-a notat cu U_{ma} tensiunea obţinută la ieşire şi cu U_{mg} tensiunea aplicată grilei. Raportul dintre aceste două tensiuni constituie *coeficientul de amplificare al etajului* (A), adică: $A = \frac{U_{ma}}{U_{mg}}$ care arată de cîte ori amplifică etajul tensiunea alternativă ce i-a fost aplicată pe grila triodei.

O altă funcţie importantă a triodei o constituie generarea oscilaţiilor. Modul cum se produc oscilaţiile întreţinute cu ajutorul unei triode a fost prezentat în capitolul referitor la circuitul oscilant, aşa că nu vom mai reveni asupra lui. Menţionăm numai faptul că cuplajul între circuitul de grilă şi cel anodic, efectuat prin intermediul celor două bobine, se numeşte *reacţie*; de asemenea, că întregul proces de obţinere a oscilaţiilor întreţinute poartă numele de *autoexcitaţie*.

Calităţile şi proprietăţile unui tub electronic, în general, sînt determinate de anumiţi parametri. În cazul triodei, iată parametrii fundamentali:

1 — *Panta* (*S*) reprezintă variaţia în miliamperi sau amperi a intensităţii anodice, cînd tensiunea grilei de comandă este variată cu 1 volt, presupunînd constantă tensiunea anodului (ori şi a celorlalte grile, în cazul tuburilor cu mai multe grile). Panta se exprimă în *mA/V* sau *A/V*.

$$S = \frac{I_a}{U_g} \quad (\text{cînd } U_a = ct.)$$

2 — *Factorul de amplificare* (μ) reprezintă raportul dintre variaţia de tensiune a anodului şi variaţia de tensiune aplicată grilei, astfel ca la anod curentul să rămînă constant. Factorul de amplificare se exprimă printr-un număr.

$$\mu = \frac{\Delta U_a}{\Delta U_g} \quad (\text{cînd } I_a = ct.)$$

Inversul factorului de amplificare se numeşte factor de pătrundere (*D*), deci $D = \frac{1}{\mu}$, şi se **exprimă** în procente.

3 — *Rezistenţa internă* (R_i) **reprezintă** raportul între variaţia tensiunii anodice (ΔU_a) **şi variaţia curentului** anodic (ΔI_a), cînd tensiunea aplicată grilei rămîne **constantă**. Se exprimă în ohmi şi se determină cu ajutorul legii lui **Ohm**:

$$R_i = \frac{\Delta U_a}{\Delta I_a} \quad (\text{cînd } U_g = ct.)$$

4 — *Puterea maximă* ($P_{a\ max}$) reprezintă puterea maximă disipată de anod, care poate fi transformată de acesta în căldură, fără ca tubul să se defecteze. Se exprimă în waţi.

Caracteristicile şi parametrii triodei (ca dealtfel şi a celorlalte tuburi) se găsesc în cataloagele de tuburi.

Tetroda. Triodele au unele dezavantaje (factor de amplificare relativ mic, capacitatea mare între anod şi grilă). Pentru remedierea lor s-a introdus între grila de comandă şi anod încă o grilă, numită *grilă-ecran* (fig. 88-a). Pentru a nu îngreuna circulaţia electronilor, ci din contră, grilei-ecran i se aplică o tensiune înaltă (mai mică însă decît cea a anodului), printr-un divizor de tensiune. Astfel se măreşte factorul de amplificare al tubului (μ). În acelaşi timp, grila-ecran micşorează capacitatea internă (R_i) a tubului.

Ca urmare a introducerii celui de al patrulea electrod, μ atinge valori mari, putînd chiar depăşi 1 000, R_i crescînd şi ea foarte mult, pînă la 1 MΩ.

Tetroda, ca şi trioda, este utilizată atît pentru amplificarea, cît şi pentru generarea curenţilor alternativi de audio sau radiofrecvenţă. Dar ca şi aceştia, are şi ea un „defect" : *emisia secundară*, fenomen datorat smulgerii unui număr de electroni secundari de pe suprafaţa anodului, ca urmare a „bombardamentului" continuu la care anodul este supus de electronii emişi de catod. Aceşti electroni secundari dau naştere unui curent elec-

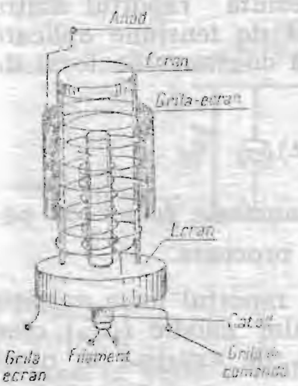


FIG. 88

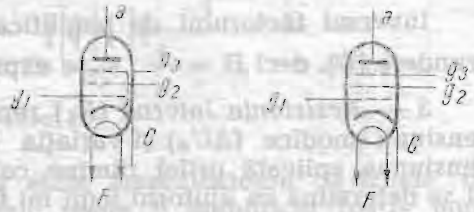


FIG. 89

tronic secundar, opus curentului anodic, care determină micşorarea curentului anodic total, deci micşorarea amplificării. Efectul curentului secundar poartă numele de *efect dinatron*. De aceea se construiesc tetrode speciale, cu *fascicul dirijat*, prevăzute cu ecrane de deflecţie, menite să anihileze puternic efectul dinatron.

Pentoda reprezintă tubul electronic cu cinci electrozi (fig. 89). Faţă de tetrodă are o grilă în plus, numită *grilă supresoare*, care, de obicei, se conectează la catod, astfel că faţă de anod are un potenţial negativ. Rezultatul constă în faptul că grila supresoare respinge electronii secundari. Grila supresoare poate fi sau nu legată în interiorul tubului, la catod, aşa cum se arată schematic în fig. 89.

Pentodele au un factor de amplificare mult mai mare decît al triodelor. Rezistenţa lor internă atinge ordinul milioanelor de ohmi. În practică se produc pentode cu *pantă fixă* şi pentode cu *pantă variabilă*, care permit dozarea amplificării de radiofrecvenţă în condiţii optime.

Tuburi complexe, combinate şi speciale. În afara diodelor, triodelor, tetrodelor şi pentodelor, în radiotehnică se folosesc şi tuburi cu mai multe grile, tuburi combinate (care conţin în același balon 2...3 tuburi simple), precum şi tuburi speciale.

In practică se întîlnesc, de obicei, trei tipuri de tuburi cu mai multe grile (fig. 90) : *hexoda* — tub cu 6 electrozi, din care 4 sînt grile ; *heptoda* — tub cu 7 electrozi, din care 5 sînt grile ;

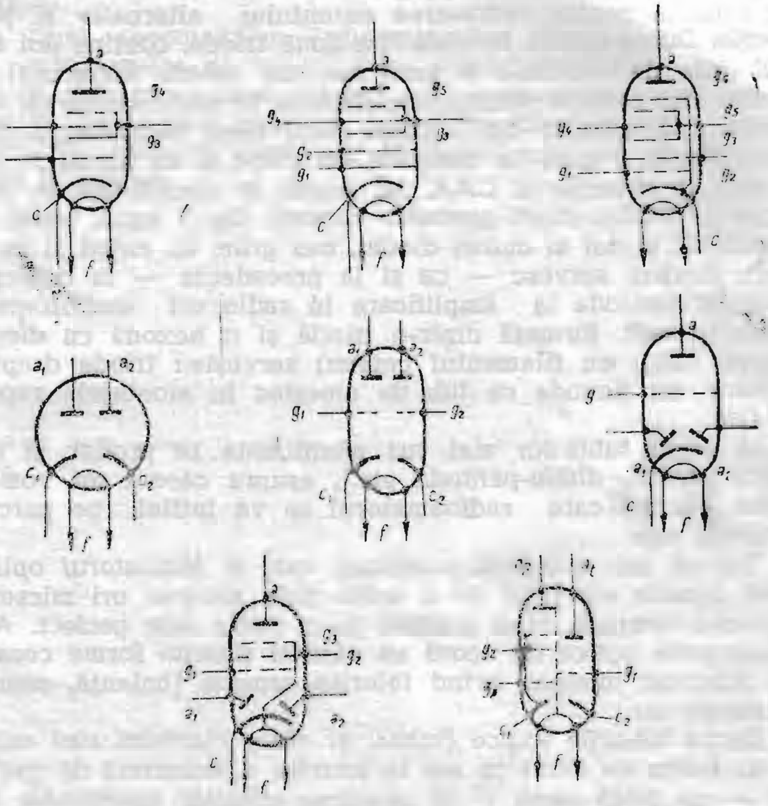


FIG. 90

octoda — tub cu 8 electrozi, din care 6 sînt grile. Aceste tuburi sînt utilizate în radiotehnică în montajele superheterodină. Astfel, hexoda, de obicei, are funcţii de tub de amestec, în timp ce heptoda şi octoda sînt simultan oscilatoare şi schimbătoare de

frecvenţă; deci, într-un montaj pot înlocui două tuburi mai simple.

Astăzi, mai toate radioreceptoarele moderne cuprind tuburi combinate, multiple, care, aşa cum am amintit, au în acelaşi balon 2...3 tuburi, fiecare avînd electrozi separaţi, doar filamentul fiind comun. Utilizarea lor duce la micşorarea şi simplificarea montajelor, precum şi la reducerea preţului de cost.

Dintre aceste tipuri de tuburi menţionăm cîteva mai utilizate.

Dubla diodă, formată din doi anozi şi unul sau doi catozi, este folosită pentru redresarea curentului alternativ şi pentru detecţie. *Dubla triodă*, formată din două triode, conţine doi anozi, două grile de comandă şi unul sau doi catozi, filamentul fiind comun; sînt folosite pentru amplificarea în audiofrecvenţă. *Dubla diodă-triodă*, formată din 3 anozi (unul fiind al triodei şi doi ai dublei diode), o grilă de comandă, un catod şi un filament; dioda serveşte la detecţie şi CAA, iar trioda la amplificare în audiofrecvenţă. *Dubla diodă-pentodă*, formată din 3 anozi (unul fiind al pentodei şi doi ai dublei diode), trei grile, un catod şi un filament; diodele servesc — ca şi la precedenta — la detecţie şi CAA, iar pentoda la amplificare în radio ori audiofrecvenţă. *Trioda-hexodă*, formată dintr-o triodă şi o hexodă cu electrozi separaţi (doar cu filamentul comun) serveşte: trioda drept tub oscilator, iar hexoda ca tub de amestec în montajele superheterodină.

In afara tuburilor mai sus menţionate se produc şi altele (*trioda-tetrodă, dubla-pentodă* etc.), asupra cărora nu vom mai insista, dar cu care radioamatorul se va întîlni pe parcursul activităţii sale.

Tot un tub complex, combinat, este şi *indicatorul optic de acord*. Acesta are rolul de a arăta, prin mărirea ori micşorarea sectorului luminos, cînd acordul pe o staţie este perfect. Astăzi indicatoarele optice de acord au căpătat diferite forme constructive, sectorul luminat avînd felurite aspecte (balanţă, semn de exclamaţie etc.).

Dintre tuburile ionice (tuburi ai căror electrozi sînt cuprinşi într-un balon de sticlă ce are în interior o atmosferă de gaz special — de pildă neon — la presiune scăzută) menţionăm *tubul cu neon* şi *stabilovoltul*.

Primul este un tub cu catodul rece, utilizat pentru semnalizare, ca indicator de nul etc. Este format din doi electrozi; uneori conţine şi un al treilea: electrodul de aprindere.

Stabilovoltul sau tubul stabilizator este tot un tub ionic cu electrozi reci, care se foloseşte atît pentru obţinerea unei tensiuni stabilizate, cît şi pentru obţinerea anumitor tensiuni stabilizate.

In ultimul caz se numeşte *divizor de tensiune* şi este un tub ionic complex, format din mai mulţi electrozi, de la care se pot culege diferite tensiuni.

În sfîrşit, mai putem aminti *baretoarele*, care sînt tuburi stabilizatoare de curent, formate dintr-un filament de fier sau wolfram, plasat într-un balon de sticlă, în care se află hidrogen la o presiune scăzută. Baretoarele sînt utilizate în radioreceptoarele „universale" la care alimentarea filamentelor se face în serie, de la reţea.

În final, recomandăm radioamatorilor începători consultarea cataloagelor de tuburi, care oferă principalele lor date. Modul de utilizare a unui catalog este explicat în partea lui introductivă. Reamintim doar că fiecare tip de tub are o notaţie alcătuită din litere şi cifre, aşa că datele sale pot fi găsite cu uşurinţă în catalog.

Semiconductoare

Cristale semiconductoare

După cum se știe, atomii pot fi reprezentați simplificat sub forma unor sisteme solare miniaturale, alcătuite dintr-un nucleu central și din electroni planetari. Consultînd tabelul lui Mendeleev, se poate constata că atomii unor corpuri au ultimul strat de electroni (cel „din afară") complet, altele nu. Acest ultim strat poartă numele de *strat de valență,* pentru că intervine în fenomenele chimice, permițînd unirea atomilor în molecule etc.

Așa cum am mai amintit, în natură există două categorii fundamentale de corpuri, din punct de vedere electric: *conductoare* și *izolatoare.* Conductoarele sînt constituite dintr-o rețea regulată de ioni pozitivi (atomi ce au pierdut un electron), în preajma cărora se mișcă electroni liberi, rezultați din stratul de valență al atomilor neutri. Trebuie însă menționat că nu pot apare electroni liberi decît în cazul cînd pe ultimul strat sînt mai puțin de 4 electroni, aceștia putîndu-se deplasa de la un atom la altul, formînd curentul electric. Izolatoarele, în schimb, sînt substanțe ale căror atomi au pe ultimul strat mai mult de 4 electroni. Deci, aceștia, nepărăsind atomii, nu dau naștere unui flux de electroni; așadar, nu conduc curentul electric, sînt izolatoare.

Între aceste două categorii fundamentale există o a treia: *semiconductoarele,* care nu sînt nici conductoare, nici izolatoare. Cauza o constituie faptul că atomii lor au pe ultimul strat 4 electroni.

Denumirile de conductor, izolator și semiconductor se justifică cel mai bine dacă se ia în considerație conductivitatea acestor materiale. Dacă un conductor are conductivitatea mai mare de 10^3 $(\Omega\ cm)^{-1}$ și un izolator mai mică decît 10^{-18} $(\Omega\ cm)^{-1}$, un semiconductor pur (intrinsec) are această conductivitate mai *mică* decît 10^3 $\Omega\ cm)^{-1}$. Rezultă clar că semiconductoarele se găsesc, din punct de vedere al conductivității, între conductoare și izolatoare.

Dacă în masa semiconductoarelor pure se introduc cantităţi infime (una la un milion) dintr-o altă substanţă pentavalentă sau trivalentă (cu 5, respectiv 3 electroni pe stratul de valenţă), conductivitatea semiconductorului sporeşte simţitor.

Să presupunem că în reţeaua cristalină a unui semiconductor, de exemplu germaniu (sau siliciu), s-a introdus o impuritate, un atom cu cinci electroni de valenţă (arsen, fosfor, stibiu). Rezultă că patru din cei cinci electroni ai impurităţii vor stabili legături cu atomii vecini de germaniu (care au patru electroni de valenţă), cel de-al cincilea devenind liber. Elementele pentavalente capabile să ofere semiconductorului electroni liberi se numesc *donori.*

Comparativ cu un cristal de germaniu pur, cel impurificat cu substanţe pentavalente are un exces permanent de electroni liberi, deci de sarcini negative. De aceea se numeşte de *tip n* (n de la negativ). Aplicînd un cîmp electric semiconductorului impurificat de tip *n,* se constată o deplasare a electronilor în exces.

Dar în reţeaua cristalină a germaniului se poate introduce o impuritate trivalentă (galiu, indiu, bor etc.), care are trei electroni de valenţă ; deci cu un electron mai puţin decît germaniul. În cazul acesta reţeaua cristalină se modifică şi apare un electron în minus, adică un atom are un electron lipsă. În astfel de cazuri se spune că există un *gol.* Un astfel de cristal prezintă o permanentă lipsă de electroni sau, ceea ce este acelaşi lucru, are un număr de sarcini electrice pozitive ; de aceea se numeşte de *tip p* (p de la pozitiv). Impuritatea trivalentă introdusă în reţeaua cristalină a germaniului, capabilă să creeze „goluri", poartă numele de *acceptor,* deoarece „acceptă" un electron de la atomii germaniului. Aplicînd un cîmp electric semiconductorului impurificat se produce o deplasare a electronilor din aproape în aproape, prin mişcarea poziţiei golului.

În concluzie, putem spune că semiconductoarele impurificate, la care există un exces de electroni, conduc prin mişcarea sarcinilor negative (sînt de tip *n*), iar cele la care conducţia se face prin lipsa unui electron conduc prin deplasarea golurilor (sînt de tip *p*).

Dioda semiconductoare

Dioda semiconductoare este un dispoztiv semiconductor cu doi electrozi, alcătuit din alăturarea a două cristale semiconductoare, unul de tip *p* şi altul de tip *n.* Acest ansamblu *pn* se

numește *joncțiune*. Proprietatea principală a diodei semiconductoare o constituie conductibilitatea unilaterală a joncțiunii *pn*, care permite folosirea ei ca redresor al curentului alternativ.

Inaintașul diodei semiconductoare a fost detectorul de cristal (galenă, zincită), azi intrat în muzeul radiotehnicii. Astăzi diodele se fabrică folosind drept semiconductor germaniul sau siliciul. Menționăm că diodele cu siliciu pot lucra la temperaturi mai ridicate decît cele cu germaniu.

Pentru a înțelege modul de funcționare a unei diode, să ne oprim puțin asupra unei joncțiuni *pn*.

Unind două semiconductoare diferite, atomii acceptori din semiconductorul de tip *p* (ionizați negativ) vor atrage atomii donori din semiconductorul de tip *n* (ionizați pozitiv). Rezultatul îl constituie o concentrare a atomilor ionizați în vecinătatea punctului de unire al celor două semiconductoare. În același timp, sarcinile cu polarități opuse se resping. Rezultă că unirea celor două tipuri de semiconductoare (*p* și *n*), deși provoacă în interiorul fiecărui tip de semiconductor o deplasare de sarcini electrice, totuși, în ansamblu, sarcina electrică totală rămîne neutră.

Dacă unei joncțiuni i se aplică o tensiune, în interiorul său apare un cîmp electric care determină deplasarea purtătorilor de sarcină. Pot apare două situații diferite. Dacă se aplică tensiunea astfel ca ambele tipuri de purtători de sarcină să se deplaseze spre joncțiune, atunci în joncțiune va apare o mare densitate de curent, joncțiunea prezentîndu-se ca o rezistență minimă ; rezultă că prin diodă va circula un curent important. Invers, dacă tensiunea determină deplasarea purtătorilor de sarcină din zona joncțiunii, rezistența diodei devine foarte mare, astfel că ea nu conduce.

Din punct de vedere constructiv există diode semiconductoare punctiforme și diode semiconductoare cu joncțiuni.

In fig. 91 sînt prezentate aceste tipuri de diode, precum și simbolul lor : a — dioda punctiformă, b — dioda cu joncțiune, c — simbolul diodelor. Primele sînt utilizate în radiofrecvență, iar ultimele pentru redresarea curenților de frecvență industrială. De asemenea, există dioda semiconductoare cu germaniu și diode semiconductoare cu siliciu.

Comparativ cu tuburile electronice de tip diodă, diodele semiconductoare au o serie de avantaje. Astfel : dimensiunile lor sînt infinit mai mici ; n-au filament și deci nu necesită tensiuni de încălzire ; funcționează imediat ce s-a închis circuitul ; au durata de funcționare practic nelimitată, dacă sînt exploatate corect ; pot funcționa chiar la frecvențe de ordinul sutelor și miilor de megaherți ; au utilizări diverse în radioelectronică.

Dioda semiconductoare are însă şi unele dezavantaje. Astfel: este foarte sensibilă la aplicarea tensiunii; o tensiune aplicată incorect duce la distrugerea diodei. Apoi, utilizarea ei este limitată de temperatură. Diodele cu germaniu funcţionează normal la temperaturi sub 50°C, iar cele cu siliciu pînă la temperaturi ceva mai mari de 100°C. De aceea, pentru a se evita su-

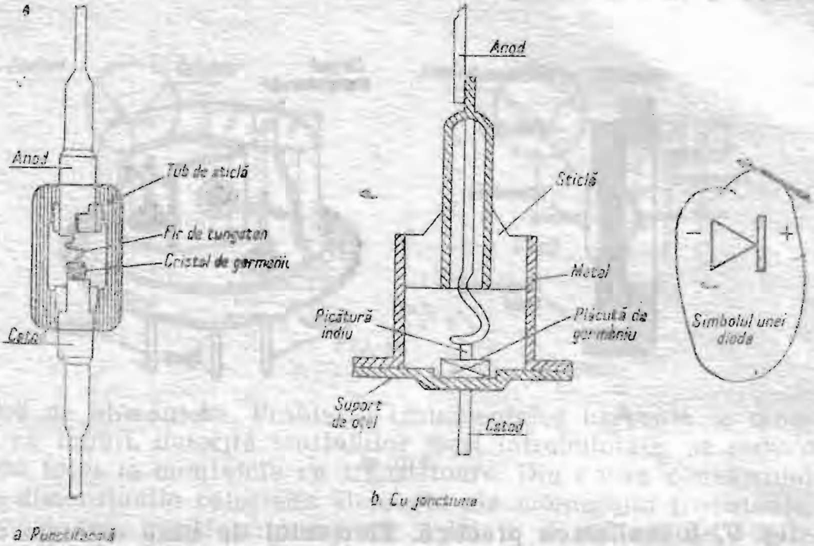


FIG. 91

praîncălzirea diodelor şi distrugerea lor, se utilizează montarea mai multora în serie sau în paralel, precum şi echiparea lor cu radiatoare, menite să difuzeze căldura în aer.

În sfîrşit, datele caracteristice ale diferitelor tipuri de diode semiconductoare sînt prezentate în cataloage, unde sînt arătate şi curbele caracteristice. Radioconstructorul începător este sfătuit să respecte cu stricteţe indicaţiile date pentru realizarea schemelor propuse, iar cînd lucrurile nu-i sînt clare să se adreseze unui radioconstructor cu experienţă. Va evita astfel eventualele pagube aduse „zestrei" de diode semiconductoare.

Tranzistorul

Primele tipuri de tranzistoare, cele punctiforme, au apărut în 1948. Utilizarea lor a fost însă restrînsă datorită randamen-

tului slab, zgomotului mare de fond etc. Ele au fost înlocuite de tranzistoarele cu joncţiune. Există tranzistoare *pnp* şi tranzistoare *npn*, după modul cum sînt plasate joncţiunile. Din punct de vedere constructiv orice tranzistor cu joncţiune este format dintr-o cutiuţă ermetic închisă, în care se găseşte un cristal de germaniu cu zone diferite de conductibilitate.

În fig. 92-*a* se arată structura internă a unui tranzistor, iar

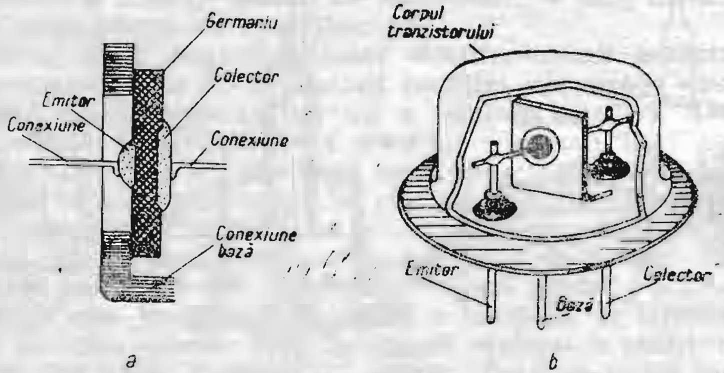


FIG. 92

în fig. 92-*b* realizarea practică. Elementul de bază este un cristal de germaniu impurificat, de tipul *n*. Prin diferite metode se introduc în cristal, pe două suprafeţe pătrate sau circulare, mici cantităţi de indiu. Contactele metalice aflate în contact cu diferitele regiuni ale semiconductorului se numesc: *emitor*, *bază* şi *colector*.

Emitorul are rolul de a crea şi întreţine numărul de sarcini care produc curentul în circuitul colectorului; de aceea poate fi asemuit cu catodul unui tub electronic.

Colectorul are rolul de a colecta sarcinile ce au străbătut joncţiunea emitor-bază; poate fi asemuit cu anodul unui tub.

Baza comandă mărimea fluxului de sarcini care trec din emitor spre colector; poate fi asemănată cu grila unui tub.

Un tranzistor *pnp* poate fi reprezentat schematic ca în fig. 93-a. Simbolul utilizat pentru reprezentarea acestui gen de tranzistor este indicat în aceeaşi figură. Tranzistorul *npn* are o funcţionare inversă celui precedent şi este indicat în fig. 93-b. Aceste tipuri de tranzistoare îndeplinesc aceleaşi funcţii, diferenţiindu-se între ele prin polaritatea surselor ce li se aplică.

Am menționat că tranzistoarele îndeplinesc majoritatea funcțiilor tuburilor electronice. Dar, spre deosebire de tubul electronic, tranzistorul nu are nici catod, nici filament, pentru funcționarea sa fiind suficientă o singură sursă de alimentare. Tensiunea necesară electrozilor este redusă, ca și consumul.

Datorită acestui fapt se pot utiliza pentru alimentare una sau două baterii de lanternă, reducîndu-se astfel simțitor volumul

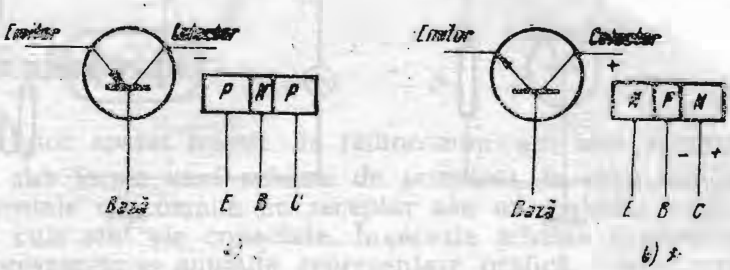


FIG. 93

surselor de alimentare. Problema izolamentelor prezente la montajele cu tuburi, datorită tensiunilor mari întrebuințate, se reduce aproape total la montajele cu tranzistoare. Din cauza consumului redus, dimensiunile celorlalte elemente ale montajului (rezistențe, condensatoare, transformatoare etc.) pot fi și ele reduse foarte mult, astfel încît montajele devin compacte și cu dimensiuni miniaturale.

În cazul tranzistoarelor *pnp* baza corespunde elementului *n*, respectiv cristalului de germaniu, iar emitorul și colectorul elementelor *p*. În general, cele trei conexiuni sînt egal distanțate. Atunci cînd sînt așezate în linie, conexiunea din mijloc reprezintă baza, iar emitorul este marcat printr-un punct de culoare diferită. Cînd conexiunile sînt inegal distanțate, cea mai apropiată de bază reprezintă emitorul, iar cea mai îndepărtată, colectorul.

Tranzistoarele, după caracteristicile de fabricație, sînt adaptate diferitelor funcții. Astfel, ele pot fi: pentru amplificatoare de radiofrecvență, de frecvență intermediară, de audiofrecvență etc.

Tranzistoarele au o serie de asemuiri cu tubul electronic triodă. În general, există trei feluri de a monta un tranzistor, montaje ce sînt echivalente celor cu tuburi electronice. În fig. 94 sînt prezentate aceste montaje, precum și echivalența lor în cazul folosirii unei triode.

În fig. 94-*a* este prezentat montajul cu *baza la masă*. El este similar montajului în care grila tubului electronic este montată la masă.

În fig. 94-*b* este prezentat montajul cu *emitorul la masă*, care este similar montajului „clasic" al tubului triodă. În cazul tranzistoarelor este cel mai des utilizat.

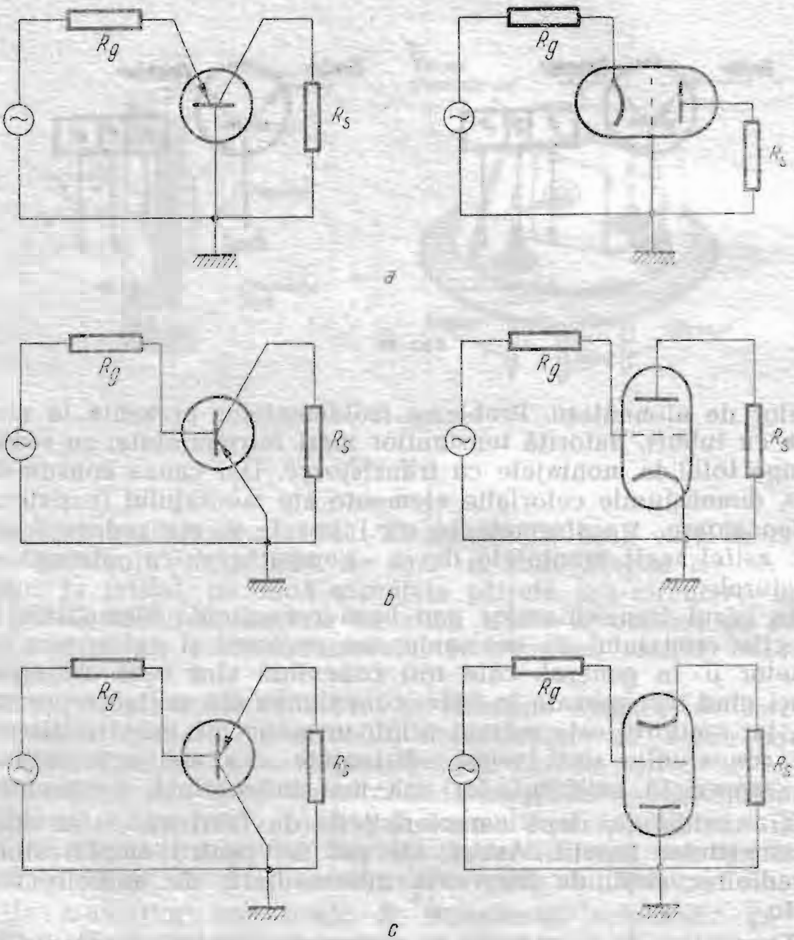


FIG. 94

În fig. 94-c este prezentat montajul cu *colectorul la masă*, similar montajelor cu anodul la masă, cunoscut sub numele de „repetor catodic".

Citirea schemelor radio

Radiosimboluri

Orice aparat folosit în radiocomunicații este prezentat sintetic sub forma unei *scheme de principiu,* în care sînt indicate elementele ce compun un receptor sau un emițător radio, ca și felul cum sînt ele conectate. În aceste scheme fiecărui element îi corespunde o anumită reprezentare grafică, reprezentare ce poartă numele de *radiosimbol.*

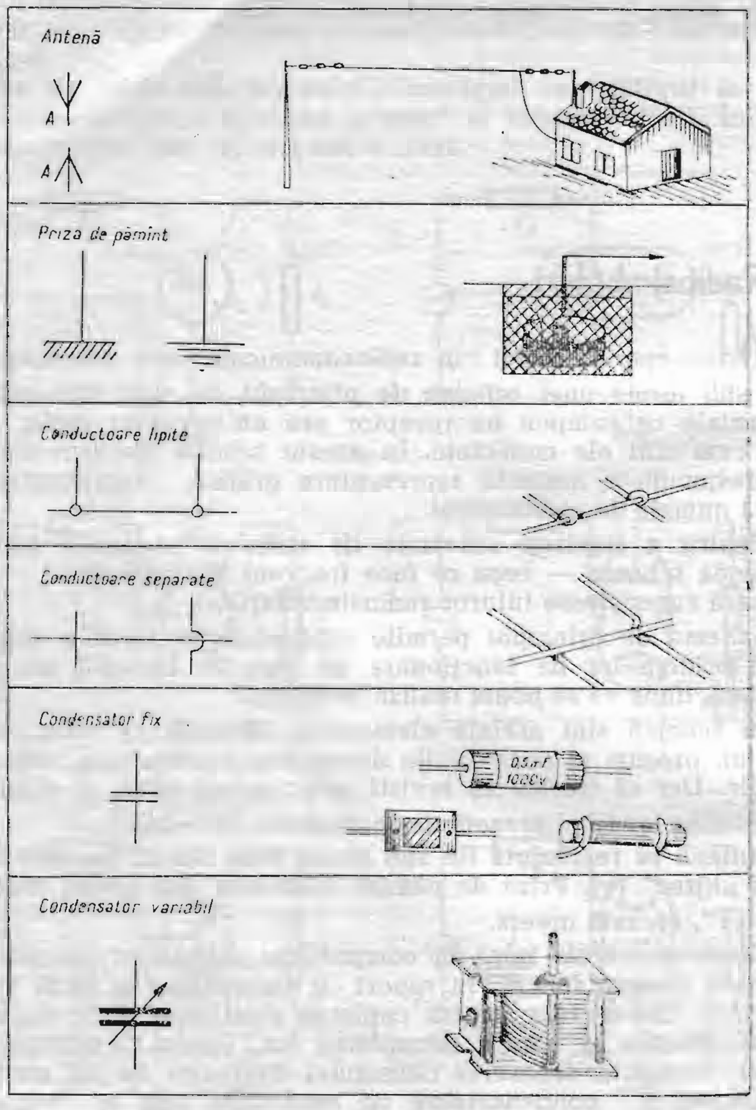
Pentru a înțelege schemele de radio și pentru a proiecta asemenea scheme — ceea ce face frecvent radioamatorul — este necesară cunoașterea tuturor radiosimbolurilor.

Schema de principiu permite reprezentarea clară a sistemului și principiilor de funcționare pe care se bazează montajul. Totodată, după ea se poate realiza montajul.

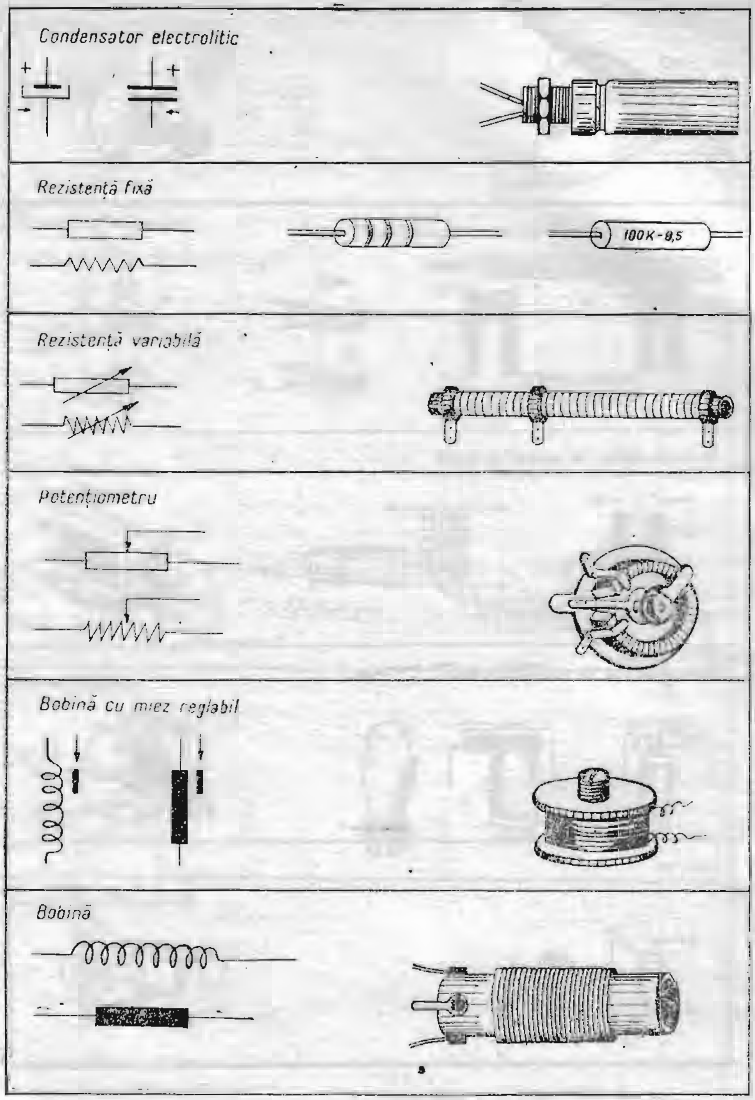
În schemă sînt arătate elementele (piesele) ce compun ansamblul, precum și conexiunile dintre ele, folosindu-se radiosimbolurile. Dar să trecem în revistă principalele piese și elemente, simbolurile lor fiind prezentate în paginile 236—240.

Antena se reprezintă fie sub forma unei săgeți, fie sub forma literei „igrec" (y). Priza de pămînt (pămîntul sau masa) arată ca litera „T", așezată invers.

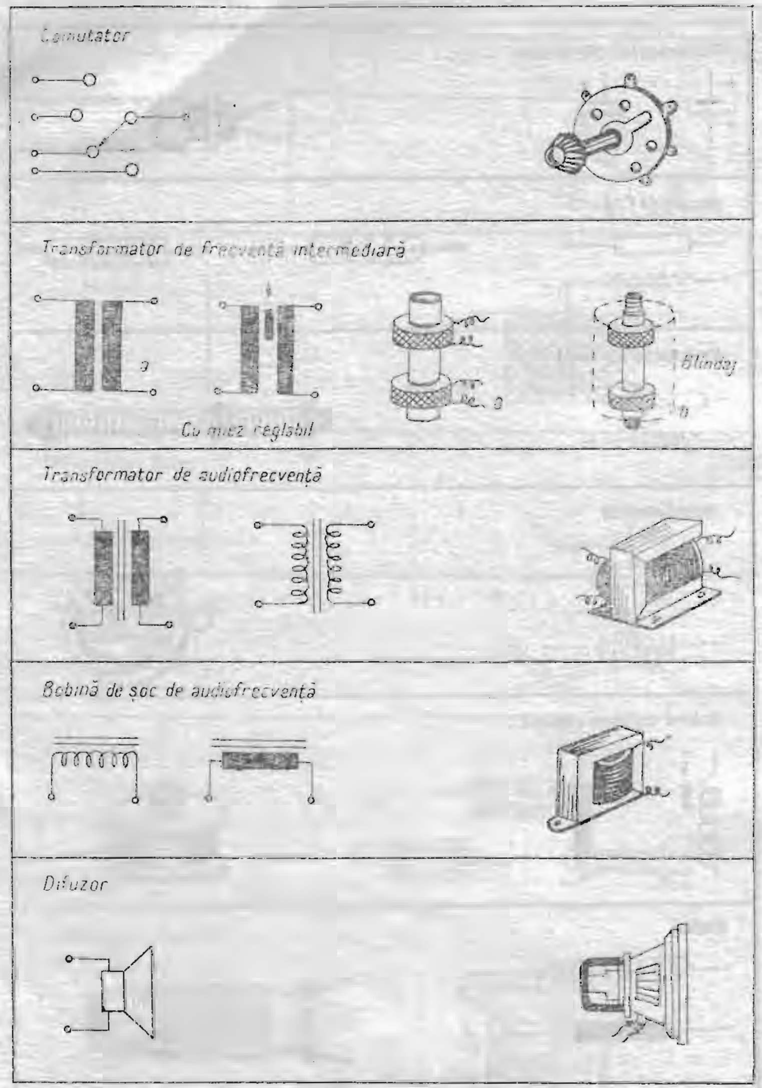
Condensatoarele intră în compunerea diferitelor circuite, îndeplinind diverse funcții, în raport cu capacitatea și locul lor de conectare. Ele servesc pentru cuplarea diferitelor părți ale montajului, precum și pentru decuplarea lor, pentru acordarea circuitelor oscilante, separarea curentului alternativ de cel continuu etc. Deosebim condensatoare cu capacitate fixă și variabilă, precum și condensatoare ajustabile (trimeri) a căror capacitate poate fi schimbată. Notațiile convenționale ale condensatoarelor au fost prezentate în capitolul rezervat lor. Reamintim că alături de notația convențională se pune litera *C* cu numărul de ordine corespunzător (C_1, C_2 . . . C_{12} etc.) și valoarea capacității.



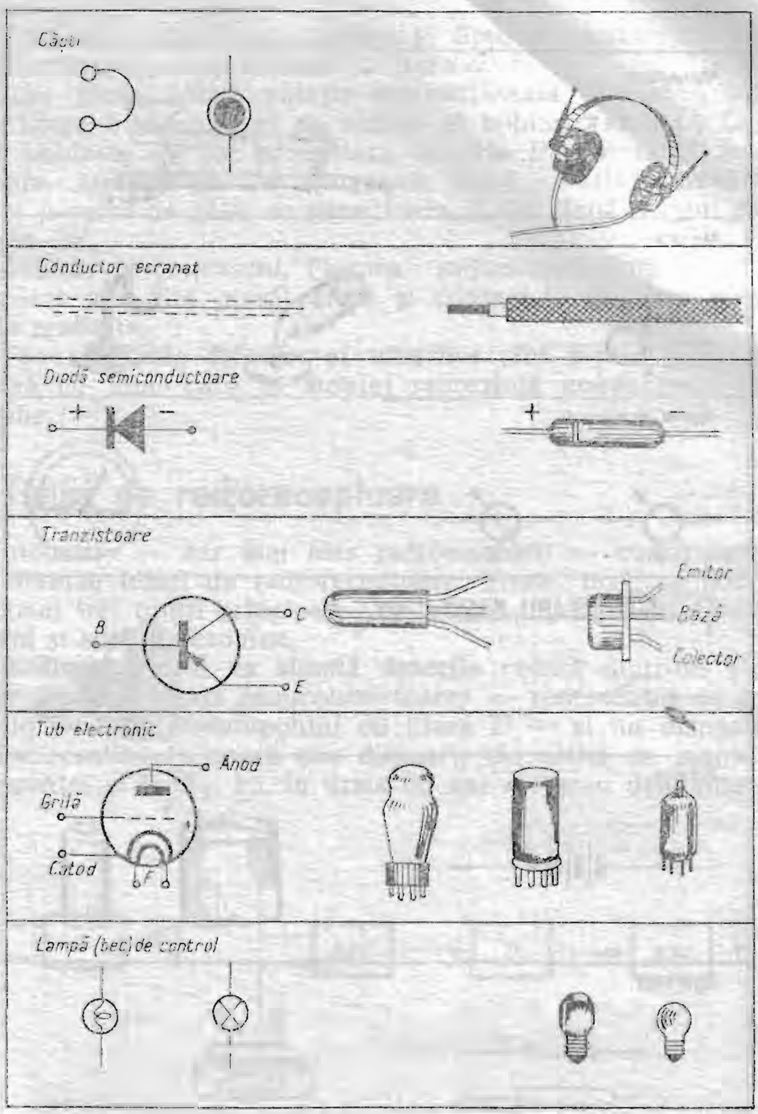
Rezistenţele sînt utilizate pe o scară largă în aparatura electronică alături de condensatoare. Rezistenţele fixe servesc pentru obţinerea regimului necesar alimentării tuburilor electronice, ca sarcină, pentru decuplarea circuitelor etc., iar cele variabile pen-



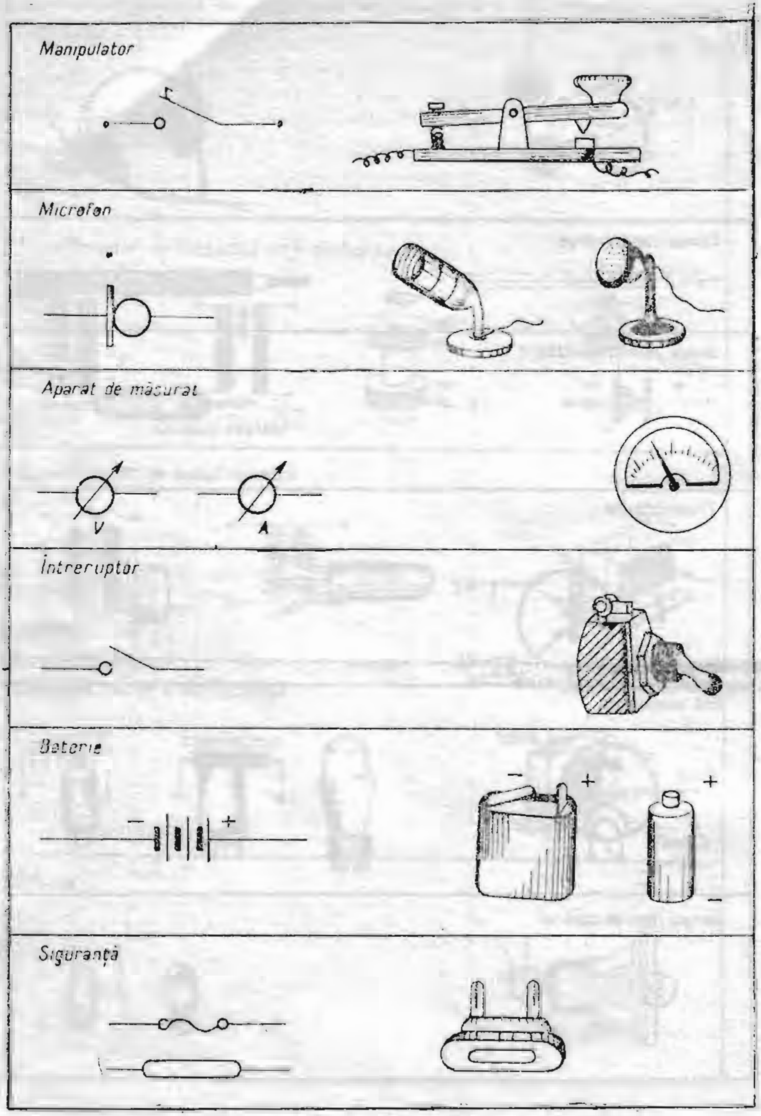
tru reglarea reacției, a volumului, a tonului etc. Notațiile convenționale ale rezistențelor sînt arătate la radiosimboluri. Lîngă fiecare semn convențional se pune litera R cu numărul de ordine (R_1, R_2 etc.) și valoarea rezistenței.



Tuburile electronice. În montajele radio se folosesc diferite tuburi electronice (lămpi). Alături de radiosimbolul ce reprezintă tubul electronic se adaugă litera *T* sau *V* cu numărul de ordine, indicîndu-se totodată tipul tubului, ex.: T_1—EF 86 sau T_4—EL 84.



Uneori se adaugă pe schemă, lîngă conexiunile tubului electronic, și cifre (1, 2, 3 etc.). Acestea corespund cu numerele de ordine ale piciorușelor tubului, dacă soclul este privit *de jos*, numerotarea făcîndu-se în sensul acelor unui ceasornic.



Tranzistoarele și diodele semiconductoare. Astăzi aceste piese sînt tot mai folosite, datorită avantajelor ce le oferă. Lîngă simbolul tranzistoarelor se adaugă litera *T* și numărul de ordine

corespunzător. Uneori se adaugă şi tipul tranzistorului. Diodele semiconductoare se înseamnă cu litera *D*.

Alte piese. Lîngă notaţia convenţională a unei bobine se pune litera *L* şi numărul de ordine al bobinei (ex.: L_1, L_2 etc.); lîngă bobinele de şoc şi drosere, literele *Dr*, iar lîngă transformatoare, literele *Tr*. De asemenea, lîngă notaţia convenţională a unei perechi de căşti se pune litera *T*, iar lîngă a unui difuzor, literele *Dif*.

Cabluri şi conexiuni. Fiecare radiosimbol (tub electronic, tranzistor sau altă piesă) arată şi contactele pe care acesta le are în realitate.

Toate bornele pieselor şi tuburilor sînt legate între ele pe schemă cu linii, care în montaj reprezintă conductoare de conexiune.

Tipuri de radioreceptoare

Industria — dar mai ales radioamatorii — construiesc cele mai diverse feluri de radioreceptoare. Toate, însă, se pot grupa în numai trei tipuri principale: *cu simplă detecţie, cu amplificare directă* şi *superheterodine*.

Radioreceptorul cu simplă detecţie constă dintr-un etaj detector (galenă, diodă semiconductoare) — reprezentat pe schema din fig. 95 prin dreptunghiul cu litera *D* — şi un dispozitiv de redare acustică (o cască sau difuzor). Un astfel de montaj este reprezentat şi în fig. 95. În urmă cu ani ele erau denumite popu-

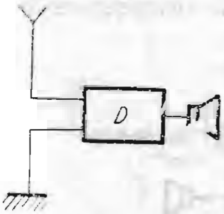


FIG. 95

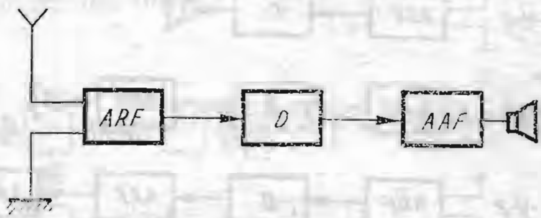


FIG. 96

lar „galene". Azi numele lor a devenit impropriu datorită folosirii diodelor semiconductoare. Totuşi, simpla detecţie reprezintă pentru fiecare începător piatra de încercare.

Pornind de la cel mai simplu radioreceptor, alcătuit doar dintr-un singur etaj detector, s-a ajuns, prin perfecţionarea ra-

dioului, la radioreceptoare capabile să ofere o audiţie puternică şi clară.

Radioreceptorul cu amplificare directă reprezintă aparatul superior celui cu simplă detecţie. La acest tip de receptor amplificarea semnalelor de radiofrecvenţă captate de antenă se efectuează pe frecvenţa staţiei recepţionate. Un montaj „clasic" conţine un etaj amplificator de radiofrecvenţă (A.R.F.), un etaj detector (D) şi un etaj amplificator de audiofrecvenţă (A.A.F.), aşa cum se arată în fig. 96, unde se prezintă *schema bloc* a unui astfel de radioreceptor. În cadrul tipului de radioreceptoare cu amplificare directă, acestea pot fi grupate după numărul de etaje. Astfel, conform unei convenţii internaţionale, s-a stabilit ca etajele unui asemenea receptor să fie notate cu litere şi cifre specifice. Etajul detector se notează cu litera V, iar etajele celelalte (de radiofrecvenţă şi audiofrecvenţă) cu O, în cazul cînd nu există, şi cu 1, 2, 3 dacă ele sînt în număr de 1, 2, 3 etc.

Cel mai simplu radioreceptor este, aşa cum am văzut, cel cu simplă detecţie. Cum el nu are etaje amplificatoare, poate fi

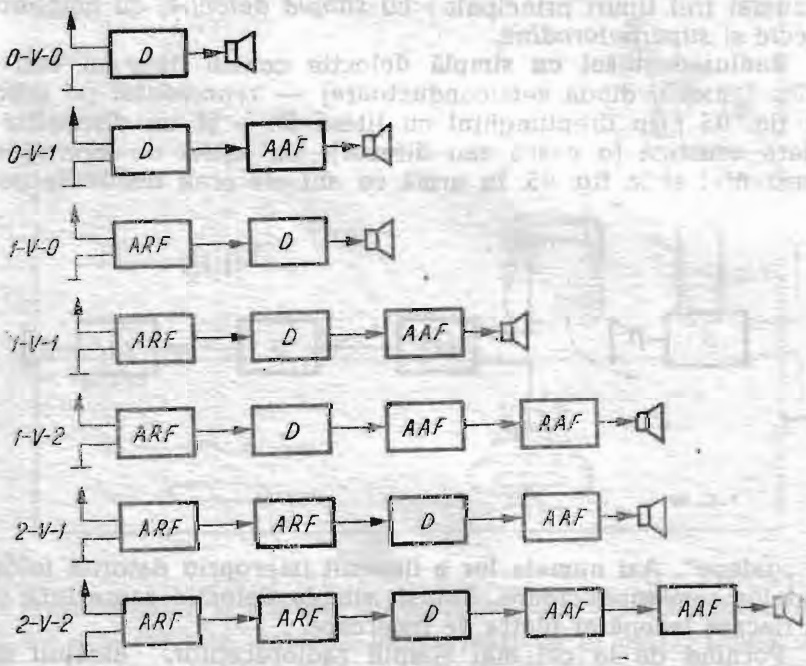


FIG. 97

reprezentat prin O—V—O. Menţionăm că etajul detector nu poate lipsi din nici un tip de radioreceptor. Iată, în fig. 97, cîteva din variantele tipului de receptor cu amplificare directă. Dacă se adaugă un etaj A.A.F. se obţine un receptor O—V—1. Dar se poate plasa un etaj A.R.F. înaintea etajului detector şi se obţine un receptor 1—V—O. Tipul „clasic" are toate trei elementele: 1—V—1. Dacă se introduc două etaje A.A.F., ori două de A.R.F., receptorul devine de tipul 1—V—2 sau 2—V—1. Desigur, se pot construi şi radioreceptoare cu două etaje A.R.F. şi două etaje A.A.F., reprezentate prin 2—V—2.

Pentru mărirea selectivităţii şi sensibilităţii radioreceptoarelor cu amplificare directă se prevede în etajul lor de detecţie şi o reacţie pozitivă reglabilă. Totuşi, radioreceptoarele cu amplificare directă nu asigură, în general, selectivitatea optimă. Din acest motiv astăzi aproape nu se mai produc industrial radioreceptoare cu amplificare directă, ele fiind înlocuite cu radioreceptoarele tip superheterodină.

Radioreceptorul superheterodină este alcătuit, de asemenea, din mai multe etaje, avînd două specifice. La acest tip de radioreceptor semnalul amplificat, eventual, în etajul de amplificare de radiofrecvenţă (A.R.F.) este aplicat unui schimbător de frecvenţă (convertor), format dintr-un etaj de amestec (E.A.) şi dintr-un *oscilator local* (O.L.). Schimbătorul de frecvenţă este astfel realizat, încît transformă frecvenţa semnalului recepţionat într-o frecvenţă fixă, numită *frecvenţă intermediară* (sau medie frecvenţă). Frecvenţa intermediară este totdeauna aceeaşi, indiferent de valoarea frecvenţei recepţionate, spre deosebire de radioreceptorul cu amplificare directă.

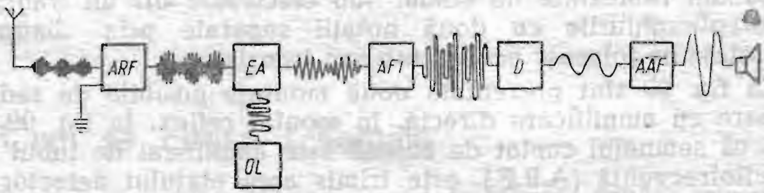


FIG. 98

În schimbătorul de frecvenţă se produce deci o schimbare de frecvenţă şi, în acelaşi timp, o amplificare a semnalului, care rămîne în continuare modulat în amplitudine, la fel ca şi semnalul din antenă. Aceste procese se pot urmări şi în fig. 98, unde

s-a reprezentat forma semnalului înainte și după schimbătorul de frecvență. Se observă o amplificare a semnalului și o modificare a frecvenței lui (în cazul de față o micșorare a frecvenței).

Mai departe semnalul trece printr-un amplificator de frecvență intermediară (A.F.I.) care îl amplifică fără să-i schimbe forma sau frecvența. După detecție (D) se obține semnalul de audiofrecvență — ca și la receptorul cu amplificare directă — care este apoi amplificat în amplificatorul de audiofrecvență (A.A.F.) și transmis difuzorului.

Avantajele receptoarelor superheterodină reies din faptul că frecvența intermediară are o valoare fixă, oscilațiile pot fi amplificate mult și uniform, de unde rezultă sensibilitatea și selectivitatea lor deosebită. Nu insistăm acum asupra acestui tip de radioreceptor (cum, dealtfel, n-am insistat nici asupra celorlalte), dar mai menționăm că pentru traficul de amator în telegrafie superheterodinele sînt prevăzute și cu un al doilea oscilator local („Beat frequency oscillator" sau, prescurtat, B.F.D.), care se scoate din funcție cînd se lucrează în telefonie. De asemenea, radioreceptoarele de clasă superioară sînt prevăzute cu dublă schimbare de frecvență, în vederea obținerii unei selectivități foarte mari. Dar asupra acestor lucruri vom mai reveni.

În încheiere, cîteva cuvinte despre montajele *reflex*, care pot aparține atît tipului de radioreceptor cu amplificare directă, cît și celui superheterodină. Principiul montajelor reflex constă în utilizarea aceluiași tub sau tranzistor atît ca amplificator de radiofrecvență, cît și ca amplificator de audiofrecvență. Drept rezultat se obțin montaje cu piese mai puține, deci mai ieftine, cu volum mai mic și cu consum mai redus. Pentru înțelegerea schemelor bloc prezentate în fig. 99 și 100, menționăm că un dreptunghi reprezintă un singur tub electronic ori un tranzistor, iar dreptunghiurile cu două notații separate prin diagonală, două etaje ce folosesc același tub sau tranzistor.

În fig. 99 sînt prezentate două montaje posibile de radioreceptoare cu amplificare directă, în montaj reflex. În fig. 99-*a* se arată că semnalul captat de antenă este amplificat de tubul final în radiofrecvență (A.R.F.), este trimis apoi etajului detector (D), de unde se reîntoarce la tubul final, unde are loc amplificarea în audiofrecvență (A.A.F.). În felul acesta, folosind doar două tuburi (sau tranzistoare) se obține un montaj 1—V—1, în loc de O—V—1, ori 1—V—O. În fig. 99-*b* se prezintă un montaj 1—V—2, reflex, folosind doar 3 tuburi (tranzistoare). în loc de 4.

În fig. 100 sînt prezentate două montaje reflex, tip superheterodină.

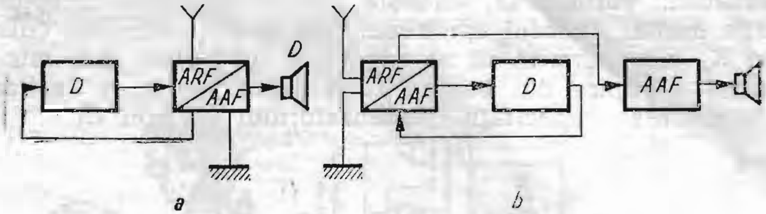


FIG. 99

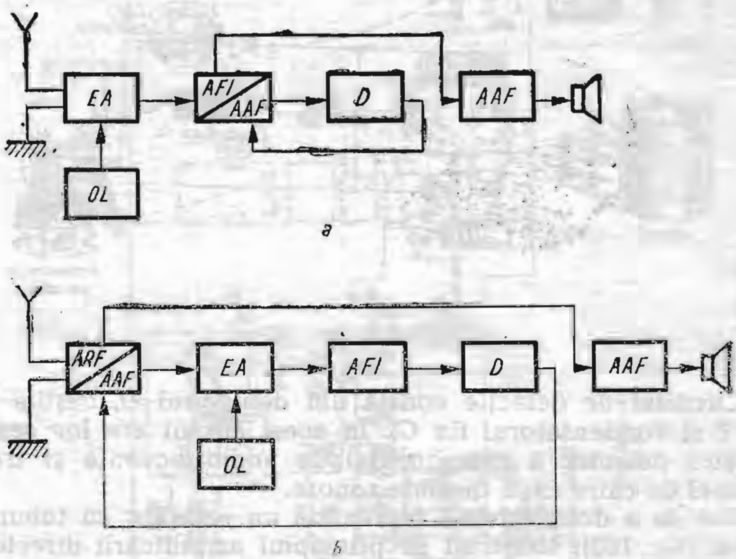


FIG. 100

Cum se citesc schemele

În cele ce urmează vom „citi" împreună două scheme de principiu, diferite sub raportul complexităţii.

Prima reprezintă schema unui receptor cu simplă detecţie, fără amplificare (fig. 101). Ea cuprinde două circuite principale legate între ele: circuitul oscilant, şi circuitul de detecţie şi reproducere sonoră. Din circuitul acordat fac parte antena *A*, bobina *L*, comutatorul *K*, condensatorul variabil C_1 şi priza de pămînt *P*. Circuitul oscilant propriu-zis, format din bobina *L* şi

condensatorul variabil C_1, serveşte pentru acordarea receptorului pe staţia dorită. Acordul aproximativ se face cu ajutorul comutatorului K, care permite să se conecteze un număr mai mic sau mai mare de spire din bobina L. Acordul precis se realizează prin modificarea capacităţii condensatorului variabil C_1

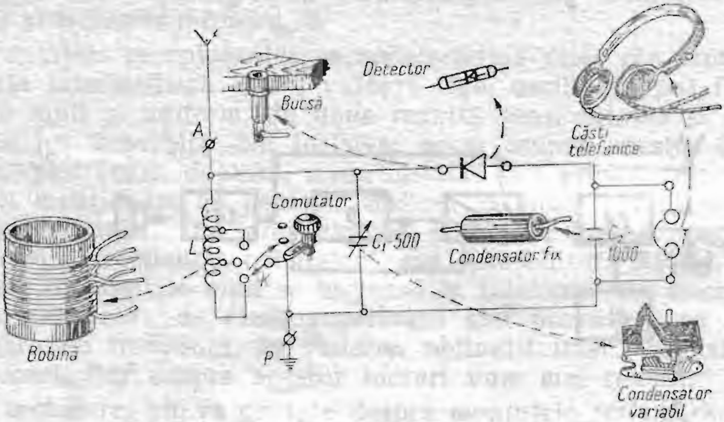


FIG. 101

Circuitul de detecţie constă din detectorul D, căştile telefonice T şi condensatorul fix C_2. În acest circuit are loc separarea de către detector a componentei de audiofrecvenţă şi transformarea ei de către căşti în unde sonore.

Cea de a doua schemă reprezintă un receptor cu tuburi electronice (fig. 102), construit pe principiul amplificării directe. Examinînd schema de principiu se poate observa că piesele (elementele componente) sînt grupate în etaje separate. De obicei un etaj este format dintr-un tub electronic şi piesele conectate la el. Împărţirea în etaje uşurează mult citirea schemei.

Pentru a descifra mai uşor schema să examinăm întîi, separat, cîteva din circuitele unui astfel de receptor, alimentat însă din baterii.

Circuitul de încălzire (fig. 103). Alimentarea filamentului se face de la o sursă de curent. La receptoarele alimentate de la reţea filamentul se încălzeşte folosind curentul reţelei electrice printr-un transformator, iar la cele alimentate la baterie cu ajutorul bateriei de încălzire, formată din elemente galvanice sau acumulatoare.

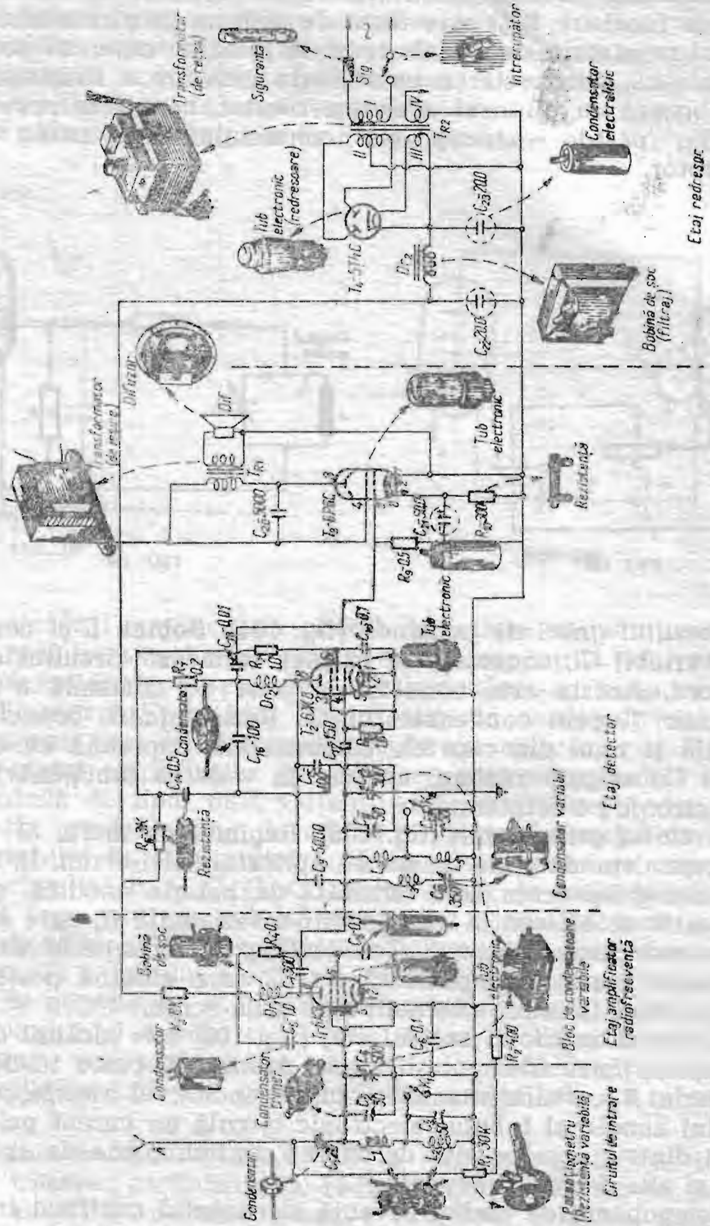

Transformator (de rețea)
Siguranță
Întrerupător
Condensator electrolitic
Tub electronic (redresoare)
Bobină de șoc (filtraj)
Etaj redresor
Difuzor
Tub electronic
Rezistență
Etaj detector
Condensator variabil
Bobină de șoc
Condensator
Condensator trimer
Bloc de condensatoare variabile
Etaj amplificator radiofrecvență
Potențiometru (Rezistență variabilă)
Circuitul de intrare

FIG. 102

Filamentul tubului electronic *T* este încălzit de curentul bateriei de încălzire *B* şi este legat de aceasta prin reostatul *R*. Cu ajutorul reostatului se stabileşte şi se menţine curentul normal al filamentului. Deconectarea bateriei de încălzire a filamentului se face obişnuit cu ajutorul aceluiaşi reostat, care este prevăzut la una din părţile extreme ale contactului său mobil cu un întreruptor.

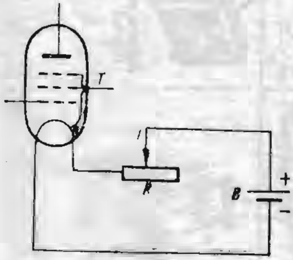


FIG. 103

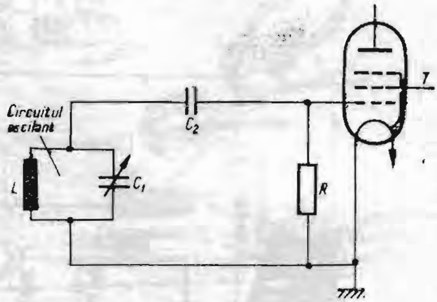


FIG. 104

Circuitul grilei de comandă (fig. 104). Bobina *L* şi condensatorul variabil C_1, conectate în paralel, formează circuitul oscilant de acord. Acesta este conectat la grila de comandă a tubului electronic *T*, prin condensatorul C_2. Rezistenţa *R*, conectată între grilă şi unul din capetele filamentului, împreună cu condensatorul C_2, asigură regimul necesar în vederea funcţionării tubului electronic ca detector.

Circuitul grilei-ecran (fig. 105). Regimul de lucru al tubului electronic depinde şi de tensiunea aplicată grilei-ecran. În schimb, tensiunea grilei-ecran este furnizată de bateria anodică, al cărei pol pozitiv este legat la grilă printr-o rezistenţă *R*, care serveşte pentru reducerea tensiunii. Totodată, grila-ecran este decuplată de filament prin condensatorul fix *C*, care elimină posibilitatea apariţiei unei tensiuni alternative pe grila-ecran.

Circuitul anodic al acestui etaj (fig. 106) este alcătuit din spaţiul cuprins între filament şi anodul tubului *T*, casca telefonică *T* şi bateria *B* ce alimentează circuitul anodic al receptorului. În circuitul anodic al tubului electronic circulă un curent pulsatoriu, format dintr-o componentă de curent continuu, una de audiofrecvenţă şi alta de radiofrecvenţă.

Componenta de audiofrecvenţă şi curentul continuu trec prin bobinele căştilor telefonice, prima fiind transformată în unde so-

nore. Condensatorul C, conectat în paralel cu casca telefonică, lasă să treacă componenta de radiofrecvenţă.

Şi acum, după aceste analize parţiale, care ne-au dat o idee de modul cum se interpretează o schemă de principiu, să revenim la schema din fig. 102, care reprezintă un receptor cu tuburi electronice alimentat la reţeaua de curent alternativ.

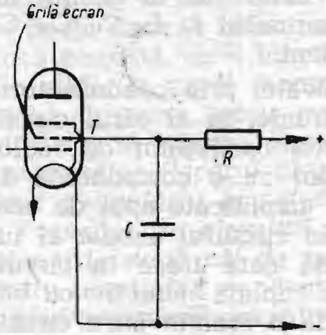


FIG. 105

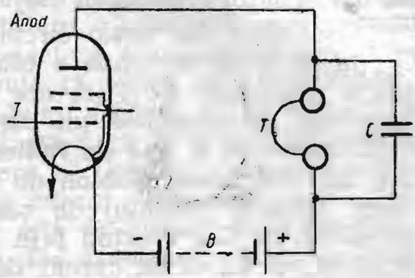


FIG. 106

Receptorul conţine: un circuit de intrare, un etaj amplificator de radiofrecvenţă pentru amplificarea oscilaţiilor de radiofrecvenţă recepţionate, un etaj de detecţie pentru separarea curenţilor de audiofrecvenţă, un etaj amplificator de audiofrecvenţă şi un etaj redresor care asigură tensiunile de alimentare.

În etajul amplificator de radiofrecvenţă avem tubul electronic pentodă de tipul 6K3. Curenţii de radiofrecvenţă din antenă intră prin condensatorul de cuplaj C_1 şi trec, funcţie de poziţia comutatorului K_1, la circuitul L_1 C_2 C_4 pentru gama de unde medii sau la circuitul L_1 L_2 C_2 C_3 C_4 pentru gama de unde lungi. Rezistenţa R_1 (controlul de volum) este astfel conectată încît şuntează concomitent circuitul şi reglează tensiunea de negativare pe grila de comandă a tubului electronic T_1, variindu-i amplificarea. Tensiunea de negativare se formează în rezistenţele R_1 şi R_2, prin trecerea curentului anodic şi al grilei-ecran. Condensatorul C şuntează aceste rezistenţe pentru curenţii de radiofrecvenţă.

Oscilaţiile separate în circuit sînt amplificate în tubul electronic.

Bobina de şoc Dr, conectată în circuitul anodic al tubului, opreşte trecerea oscilaţiilor de radiofrecvenţă amplificate, iar condensatorul C_2 le permite trecerea la etajul următor. Rezistenţa R_3, prin care se aplică tensiunea de la redresor la anodul tubului,

precum şi condensatorul C_5, formează un decuplaj care măreşte stabilitatea în funcţionare a primului tub electronic.

Alimentarea grilei-ecran se realizează prin rezistenţa R_4. Condensatorul C_3 şuntează circuitul grilei-ecran pentru curenţii de radiofrecvenţă.

În etajul de detecţie avem tubul electronic T_2, pentodă de tipul 6Ж8. Oscilaţiile de radiofrecvenţă culese de la anodul tubului T intră prin condensatorul C_7 în circuitul L_4 L_5 C_{11} C_{12} C_{13} K_2, asemănător circuitului etajului precedent.

Oscilaţiile din acest circuit sînt aplicate, prin condensatorul C_{17}, la grila de comandă a tubului electronic, în al cărui circuit găsim rezistenţa R_6. Aici are loc detecţia oscilaţiilor de radiofrecvenţă, obţinîndu-se un curent pulsator cu o componentă de audiofrecvenţă şi una de radiofrecvenţă, amplificate apoi de acelaşi tub electronic. Bobina de şoc Dr_2 din circuitul anodic al tubului opreşte curentul de radiofrecvenţă care trece în circuitul C_9 L_3 C_{10} C_{15}. Trecînd prin bobina L_3, cuplată inductiv cu bobinele L_4 şi L_5, acest curent dă naştere la o reacţie între circuitele anodic şi de grilă ale tubului, ceea ce produce o amplificare suplimentară. Mărimea reacţiei se reglează cu ajutorul condensatorului variabil C_{10}.

Curentul de audiofrecvenţă trece prin şocul Dr_2, apoi se bifurcă prin rezistenţa R_7 şi prin circuitul C_{18} R_9 al etajului următor. Condensatorul C_{10} şuntează porţiunea circuitului anodic după bobina de şoc pentru curentul de radiofrecvenţă. Circuitele R_6 C_{14} şi R_8 C_{19} sînt asemănătoare ca rol şi funcţionare cu circuitele R_3 C_5 şi R_4 C_8 ale etajului precedent.

În circuitul de amplificare de audiofrecvenţă lucrează tubul electronic T_3, pentodă de putere de tipul 6П6С. Curenţii de audiofrecvenţă amplificaţi de acest tub trec prin transformatorul Tr_1 la difuzorul *Dif*, care le transformă în vibraţii sonore.

Condensatorul C_{20} şuntează circuitul anodic al tubului electronic, în special pentru frecvenţele audio înalte, ceea ce îmbunătăţeşte calitatea sunetelor.

Rezistenţa R_{10} serveşte pentru negativarea grilei de comandă, iar condensatorul C_{21} şuntează această rezistenţă pentru curentul de audiofrecvenţă.

Redresorul este de tip bifazic, redresînd deci ambele alternanţe ale curentului alternativ: el lucrează cu tubul redresor T_4 de tipul 5Ц4С.

Înainte de a încheia acest capitol, să mai insistăm asupra unor amănunte care ar putea „scăpa" radioconstructorului începător.

Trebuie spus de la început că citirea corectă a schemelor se bazează pe o temeinică cunoaştere a principiilor de electrotehnică şi radiotehnică. Întîi amatorul trebuie să determine tipul de receptor (cu amplificare directă sau superheterodină), apoi să grupeze etajele, ştiind că acestea sînt aranjate pe schemă de la stînga spre dreapta, aşa cum am văzut cînd s-au prezentat schemele bloc. Citirea în detaliu a schemei poate provoca dificultăţi şi poate duce la interpretări eronate, dacă nu se stăpîneşte o tehnică anumită, care, bineînţeles, se capătă cu timpul, prin exerciţii. De pildă, în cazul montajelor cu tuburi electronice este necesar să se cunoască precis modul de conectare a circuitelor diferiţilor electrozi ai tubului. Amatorul trebuie să reţină că: *circuitul corespunzător fiecărui electrod al tubului trebuie să se închidă în mod obligatoriu la catodul tubului*. Apoi că în marea majoritate a cazurilor, *în circuitul de închidere al fiecărui electrod trebuie să existe două căi de închidere de curent : una de curent alternativ* (conţinînd condensatoare) *şi alta de curent continuu* (conţinînd rezistenţe, eventual bobine). De asemenea că, în general, cele două căi de închidere trebuie să fie diferite, pentru ca unele componente de curent alternativ să nu treacă prin sursele de curent continuu care alimeentează tuburile. De aceea se folosesc circuite de decuplare, formate din rezistenţe şi condensatoare, pentru separarea căilor de închidere a componentelor de curent alternativ şi continuu (ştiindu-se că prin rezistenţe trece curentul continuu, dar nu cel alternativ de frecvenţă înaltă, iar prin condensatoare cel alternativ, dar nu cel continuu).

Principalele caracteristici ale radioreceptoarelor

Radioconstructorul are azi la dispoziţie un număr imens de scheme radio, după care poate realiza montajul dorit. Dar nu toate schemele duc la realizarea unui radioreceptor cu calităţi deosebite. În general, montajele mai „complicate" cu tuburi sau cu tranzistoare mai multe oferă rezultate superioare. Pentru a se putea ghida în aprecierea calităţilor şi performanţelor radioreceptoarelor, se consideră ca principale următoarele caracteristice : sensibilitatea, selectivitatea, fidelitatea, puterea de ieşire.

Sensibilitatea radioreceptoarelor. În sens larg, prin sensibilitate se înţelege capacitatea radioreceptoarelor de a oferi o audiţie cu intensitate normală pentru semnale de intrare cît mai mici. Sensibilitatea se determină prin tensiunea de radiofrecvenţă ce trebuie aplicată la borna de intrare a radioreceptorului, pentru ca să se obţină la difuzor o putere de ieşire de 50 *mW*, in-

tensitatea sonoră a aparatului fiind reglată la maxim, iar tonalitatea pentru redarea frecvenţelor audio înalte. Este clar că sensibilitatea depinde de valoarea totală a amplificării radioreceptorului, respectiv de numărul etajelor. Sensibilitatea variază atît în interiorul fiecărei game de lungime de undă, cît şi de la o gamă de lungime de undă la alta. Cauza variaţiei se datoreşte faptului că atît factorul de transfer al tensiunii circuitului de intrare, cît şi amplificarea de radiofrecvenţă nu sînt constante ci variabile, datorită construcţiei. De asemenea, sensibilitatea radioreceptoarelor mai depinde de nivelul paraziţilor exteriori şi interiori.

Datorită numărului mare de staţii (numai în Europa emit pe unde medii peste 80 de staţii), precum şi nivelul ridicat de paraziţi industriali, sensibilitatea nu reprezintă caracteristica hotărîtoare în aprecierea unui radioreceptor. De aceea se au în vedere şi altele. Totuşi, o sensibilitate mai mare constituie un atu în aprecierea unui radioreceptor.

Selectivitatea radioreceptoarelor. Prin selectivitate se înţelege proprietatea radioreceptorului de a repera staţiile de emisie, alegînd dintre ele pe cea dorită. Cu cît selectivitatea e mai mare, cu atît semnalele staţiilor cu frecvenţă apropiată de cea a staţiei recepţionate vor fi mai slabe (atenuate). Cu alte cuvinte, selectivitatea ne arată măsura în care radioreceptorul poate să „separe", din multitudinea de semnale existente în văzduh, doar semnalul staţiei dorite.

Selectivitatea depinde de numărul şi de calitatea circuitelor acordate din radioreceptor. Un număr mai mare de astfel de circuite asigură o selectivitate mai mare. Ea se exprimă prin slăbirea (atenuarea) postului alăturat (adiacent). Numeric, atenuarea reprezintă raportul dintre tensiunea postului adiacent şi tensiunea celui recepţionat, în cazul cînd ambele produc aceeaşi putere la ieşirea din radioreceptor. Selectivitatea se exprimă în decibeli (dB), adică prin logaritmul zecimal, multiplicat cu 20, al raportului dintre tensiunea postului adiacent şi a celui recepţionat.

Este cazul să spunem că staţiile radio sînt separate între ele, fiecăreia fiindu-i atribuită o anumită bandă de frecvenţă. De exemplu, unei staţii obişnuite din gama undelor medii îi este destinată o bandă de 9 kHz, ceea ce vrea să însemne că staţiile de emisie din canalele adiacente au o frecvenţă ce diferă cu 9 kHz între ele.

Fidelitatea radioreceptoarelor. Se înţelege prin fidelitatea radioreceptorului măsura în care calitatea audiţiei reproduse este apropiată de sunetele originale care au modulat unda purtătoare

la stația de emisie. Cu alte cuvinte, este proprietatea de a reda toate frecvențele audio cu același raport între intensitățile nivelelor de la emisie și cu minimum de denaturări. Deoarece în mod real se admite la un radioreceptor ca banda de frecvență audio să fie redată cu un anumit grad de uniformitate, fidelitatea (în decibeli) reprezintă tocmai acest grad de neuniformitate admis într-o bandă de frecvență. În general este de dorit ca radioreceptorul să aibă o bandă largă de trecere în audiofrecvență, pentru a reda cît mai fidel programul transmis.

Puterea de ieșire a radioreceptoarelor reprezintă cea mai mare putere audio pe care o poate furniza radioreceptorul, bineînțeles cu un anumit grad de distorsiuni (circa 10%). Distorsiunile sînt denaturări ale unor sunete pure, prin introducerea de sunete străine, în general armonici superioare. Puterea de ieșire se măsoară în wați.

Deși se construiesc radioreceptoare cu puteri de ieșire mari (de 2,5 . . . 5 sau chiar mai mulți wați), totuși, într-o cameră de 4×4 m unui om cu auzul normal îi este suficientă o putere de ieșire a receptorului de 0,25 W, audiția fiind de bună calitate și cu distorsiuni reduse. De ce se construiesc atunci radioreceptoare cu puteri de ieșire atît de mari ? Pentru că în orice redare — fie vorbire sau muzică — există sunete foarte slabe și sunete foarte puternice. Raportul dintre intensitatea maximă și cea minimă a redării reprezintă dinamica programului transmis. În cazul unei puteri de ieșire mici, sunetele slabe sînt mult atenuate, plaja de redare a frecvențelor audio fiind mult îngreunată. Cu alte cuvinte, se construiesc radioreceptoare cu puteri de ieșire mare, pentru a se putea reda cît mai fidel întreaga dinamică, de la „piano" la „forte".

Cîteva procese de bază

Schemele de radioreceptoare, radioemițătoare, amplificatoare etc. sînt alcătuite din diferite elemente de circuit (rezistențe, condensatoare, inductanțe, transformatoare, tuburi electronice, tranzistoare etc.), capabile să realizeze — printr-o combinare adecvată — anumite procese cerute de rezultatele urmărite prin realizarea acestor scheme. În cele ce urmează ne vom opri sumar — urmînd să revenim acolo unde este cazul — asupra: modulării, detecției (demodulării), amplificării, reacției, oscilației și heterodinării.

Modularea. Pentru a înțelege procesul modulării, să ne reamintim că o oscilație acustică (de audiofrecvență sau joasă frecvență) nu poate determina antena radioemițătorului să radieze în spațiu unde electromagnetice, deoarece frecvența lor este mică (v. cap. „Circuite oscilante"). De aceea se folosesc la emisie oscilații de radiofrecvență (înaltă frecvență) capabile să determine apariția undelor electromagnetice.

În mare, emisia poate fi astfel explicată: pentru transmiterea unui semnal de audiofrecvență (vorbă sau muzică), cu frecvența cuprinsă între 20 . . . 20 000 Hz, este necesară folosirea unei oscilații de radiofrecvență, a cărei amplitudine (sau frecvență) este modificată funcție de amplitudinea (sau frecvența) oscilației de audiofrecvență. Oscilația de radiofrecvență este denumită *oscilație purtătoare*, deoarece „poartă", „transportă" prin spațiu oscilația de audiofrecvență.

Acest proces de suprapunere a unei oscilații de audiofrecvență peste una de radiofrecvență poartă numele de *modulare*; el se petrece în interiorul radioemițătorului.

Modularea se poate realiza în mai multe moduri, din care cele mai folosite sînt: 1 — prin modificarea amplitudinii oscilațiilor de radiofrecvență; 2 — prin modificarea frecvenței acelo-

rași oscilații. Prima poartă numele de *modulație în amplitudine* (fig. 107-*a*), iar a doua de *modulație în frecvență* (fig. 107-*b*).

Modulația în amplitudine este folosită pe scară largă în radiodifuziune și în activitatea experimentală a radioamatorilor pe unde scurte. Are însă unele inconveniente: separarea a două stații apropiate ca frecvență este destul de dificilă și necesită

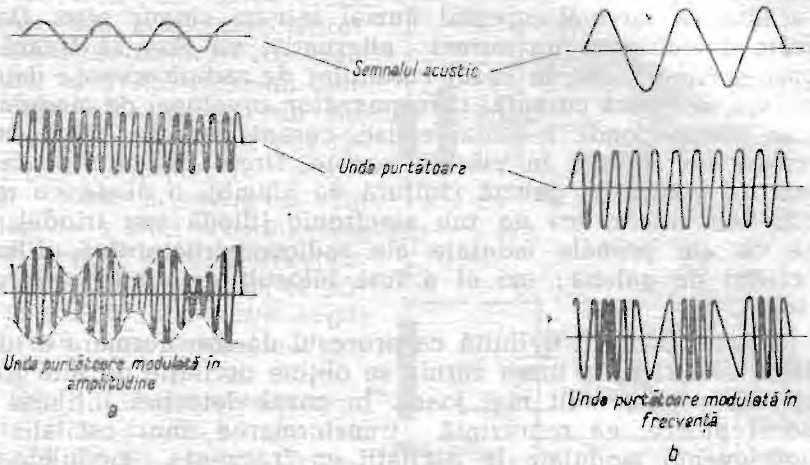


FIG. 107

filtre speciale, apoi recepția este însoțită aproape totdeauna de paraziți industriali, percepuți prin pocnituri și pîrîituri.

Modularea în frecvență, folosită în domeniul undelor metrice, asigură o recepție de calitate dar, datorită proprietăților de propagare deosebite ale undelor metrice, recepția nu se poate face decît în raza de „vizibilitate" a emițătorului, ca în cazul televiziunii.

Există mai multe procedee practice de modulație. Cel mai simplu este cel prin „absorbție", care constă în introducerea microfonului direct în circuitul antenei, dar el nu mai este folosit, deoarece introduce distorsiuni și provoacă pierderi. Dintre procedeele practice menționăm: modulația de grilă, modulația anodică, modulația pe grila supresoare la pentode, modulația de grilă-ecran. Precizăm însă că în cazul realizării unor emițătoare, fiecare radioconstructor alege, de la caz la caz, schema ce se adaptează cel mai bine tubului final din emițător.

Detecția. În cazul stațiilor de radiodifuziune care lucrează cu modulație de amplitudine — așa cum am văzut — linia con-

tinuă reprezintă unda purtătoare de radiofrecvenţă, iar liniile punctate anvelopa de modulaţie (fig. 107-*a*). Deoarece la recepţie curenţii de radiofrecvenţă induşi în antenă nu pot acţiona casca sau difuzorul, este necesară separarea anvelopei de modulaţie, proces care poartă denumirea de *detecţie* sau *demodulaţie*. Pentru obţinerea lui se folosesc detectoarele.

Detectorul este un element de circuit care are proprietatea de a lăsa să circule curentul numai într-un singur sens. Dacă aplicăm detectorului un curent alternativ, va lăsa să treacă o singură semiperioadă. În cazul curenţilor de radiofrecvenţă detectorul lasă să treacă curentul corespunzător anvelopei de modulaţie a unei semiperioade a undei emise, curent ce este transformat de cască sau difuzor în vibraţii sonore. Drept detector poate fi folosit un cristal de galenă (sulfură de plumb), o diodă cu germaniu sau siliciu, ori un tub electronic (diodă sau triodă). În urmă cu ani primele montaje ale radioconstructorului utilizau un cristal de galenă; azi el a fost înlocuit de diode semiconductoare.

Detecţia poate fi definită ca procesul de transformare a unor oscilaţii electrice, în urma căruia se obţine oscilaţie de altă frecvenţă, de regulă mult mai joasă. În cazul detecţiei întîlnite în radioreceptoare, ea reprezintă transformarea unor oscilaţii de radiofrecvenţă modulate în oscilaţii cu frecvenţa modulatoare.

În cazul utilizării tuburilor electronice, în practică se întîlnesc patru sisteme de detecţie: pe diodă, pe grilă, pe anod şi pe catod. Dintre toate, detecţia pe grilă şi cea pe diodă sînt cele mai utilizate în montajele de amator.

În fig. 108-*a* este prezentat un montaj simplu care foloseşte un tub triodă cu funcţia de detectoare pe grilă. Detecţia se execută pe dioda formată între catod şi grilă, sursa curenţilor de radiofrecvenţă fiind conectată la aceşti doi electrozi. Curentul detectat pe circuitul catod-grilă provoacă o cădere de tensiune pe rezistenţa *R*, care generează o variaţie de potenţial proporţională cu amplitudinea curenţilor de radiofrecvenţă. Grila comandînd întregul flux de electroni, va rezulta în circuitul anodic un curent detectat, de aceeaşi formă cu cel de pe grilă, dar mult mai intens (amplificat).

Rezistenţa *R* poartă denumirea de rezistenţă de detecţie, iar condensatorul *C*, folosit pentru trecerea curenţilor de radiofrecvenţă, de *condensator de detecţie*.

În radioreceptoarele superheterodină se foloseşte detecţia pe diodă, care prezintă avantajul unui procent mai redus de deformări neliniare.

În cazul utilizării tranzistorului drept element detector, detecția are loc între baza și emitorul tranzistorului, așa cum se arată în schema din fig. 108-*b*.

În cazul oscilațiilor modulate în frecvență, demodularea se poate face în mai multe feluri. Cele mai utilizate circuite de demodulare sînt: *discriminatorul* și *detectorul de raport*; ambele folosesc două diode (tuburi ori semiconductoare).

Reacția. Radioreceptoarele simple, alcătuite dintr-un simplu etaj detector (cu un tub sau un tranzistor), nu pot recepționa decît stațiile puternice, aflate în apropiere. Un mijloc de a mări sensibilitatea unui astfel de radioreceptor este introducerea *reacției pozitive* (există și *reacție negativă*, cum vom vedea mai departe).

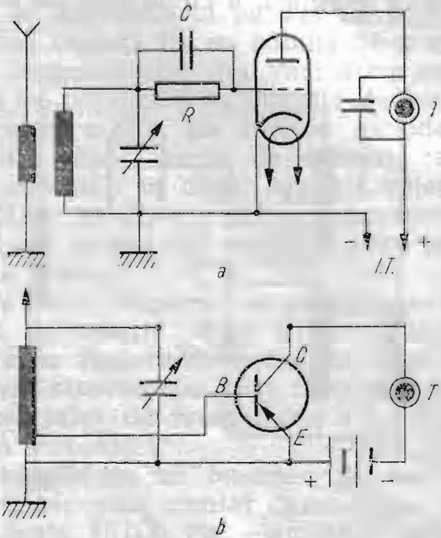


FIG. 108

De la început trebuie spus că reacția pozitivă poate fi aplicată fie în condiții de oscilație a circuitului, fie în afara acestor condiții. Între aceste două limite există un *prag de reacție* sau *limita de acroșaj*. Sub această limită (dar foarte aproape de ea) selectivitatea și sensibilitatea sînt maxime pentru semnalele de telefonie, și peste ea pentru semnalele telegrafice.

Reacția compensează pierderile de energie inevitabile în circuitul de acord, prin întoarcerea unei părți din energia din circuitul anodic în circuitul de grilă. Datorită acestui efect, sensibilitatea radioreceptorului crește simțitor, iar stațiile care înainte nu se auzeau, pot fi recepționate în condiții bune. Să privim fig. 109-*a*, care ilustrează principiul montajului cu reacție. Așa cum am văzut, atunci cînd circuitul de acord este acordat pe o stație la capetele sale apare un curent ce este aplicat între grilă și filamentul tubului și pe care apoi îl regăsim în circuitul anodului, avînd aceeași formă, dar fiind amplificat. Dacă în circuitul anodic vom așeza o bobină mobilă *LR*, pe care o vom cupla (o vom apropia) de bobina *L* din circuitul de acord, curentul anodic, trecînd prin această bobină, va produce un cîmp magnetic.

Prin inducţie apare un curent la bobina *L*, care la rîndul său îl aplică grilei de comandă.

Apropiind sau depărtînd bobina de reacţie *LR* de bobina *L*, putem, după dorinţă, să mărim sau să micşorăm sensibilitatea receptorului.

Pentru a obţine reacţia este absolut necesar ca curentul indus în bobina *L* a circuitului de acord să fie în fază cu curentul

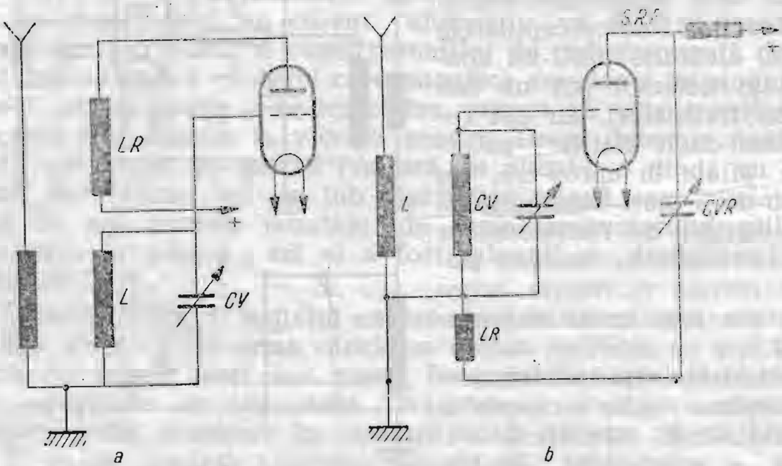


FIG. 109

grilei (maximele şi minimele celor doi curenţi să corespundă exact). Pentru aceasta, bobinele de reacţie şi acord trebuie bobinate în acelaşi sens. În caz contrar reacţia nu se produce şi de aceea trebuie inversate capetele bobinajului de reacţie.

În fig. 109-*b* se arată schema funcţionării montajului cu reacţie. Efectul de reacţii se bazează de obicei pe modificarea capacităţii unui condensator (condensator variabil de reacţie *Cvr*). În cazul acesta circuitul de reacţie avînd un punct comun cu circuitul de acord, este necesară conectarea în serie în cadrul circuitului anodic a unui bobinaj zis de şoc sau de *oprire* (*SRF*), pentru a opri trecerea spre căşti sau spre etajul următor a curenţilor de radiofrecvenţă ce mai apar în circuitul anodic şi care astfel sînt dirijaţi înapoi, în circuitul de reacţie.

Condensatorul variabil de reacţie poate fi montat invers, deoarece se constată adesea că în montajul clasic din fig. 109-*b* după un reglaj corect al condensatorului de acord şi de reacţie,

dacă retragem mîna de pe butonul de comandă, stația recepționată dispare sau apare deformată, prin dezacordarea circuitului de acord sub influența mîinii operatorului. Mutînd condensatorul de reacție după bobina de reacție acest inconvenient este înlăturat, întrucît rotorul condensatorului de reacție este conectat la masă.

Variația gradului de reacție se poate face și cu ajutorul unei rezistențe variabile, care se montează în paralel pe bobina de reacție, aceasta din urmă fiind cuplată fix cu bobina de acord. Pentru a se evita perturbarea receptoarelor din vecinătate este bine ca montajele cu reacție să fie prevăzute cu circuite de acord cu cuplaj inductiv. Pentru același motiv, nu trebuie niciodată să exagerăm cuplajul, spre a nu depăși limita de acroșaj, care se manifestă printr-un șuierat continuu în căști. Această șuierătură indică producerea oscilațiilor întreținute de radiofrecvență, receptorul funcționînd în acest caz ca un mic emițător, care produce interferențe în receptoarele vecine.

Am văzut că sensibilitatea unui receptor cu reacție crește odată cu mărimea procentului de reacție. Cum limita creșterii acesteia este marcată de intrarea radioreceptorului în acroșaj, s-a reușit proiectarea montajelor *superreacție,* prin fixarea — cu ajutorul unui artificiu — a punctului de funcționare a radioreceptorului înaintea punctului de acroșaj.

Fenomenul de superreacție este tot un fenomen de reacție pozitivă. De abicei, tubul electronic este montat ca oscilator pe o frecvență supraaudibilă de peste 16 000 Hz, elementele schemei fiind astfel alese încît tubul sau tranzistorul să se găsească pe punctul de acroșaj. Dacă se introduce din afară un semnal, acesta provoacă o reacție suplimentară și transformă etajul în autooscilator. În lipsa acestui semnal, reacția devine insuficientă și oscilațiile pe frecvența supraaudibilă se amortizează. Astfel, tubul electronic se află continuu în preajma acroșajului, declanșarea lui de către curenții de radiofrecvență veniți din antenă fiind oprită după ce atinge un maxim în ritmul frecvenței suplimentare supraaudibile. Funcționarea oscilatorului cu superreacție se bazează pe faptul că oscilațiile și, respectiv, trenurile de frecvență pe care le generează sînt comandate de semnalul recepționat, fiind proporționale cu acesta, dar cu mult mai mari. Uneori oscilațiile auxiliare pe frecvență supraaudibilă sînt generate de un tub electronic (sau tranzistor) separat, alteori chiar în tubul detector.

Superreacția e cu atît mai eficace, iar sensibilitatea și amplificarea cu atît mai accentuate, cu cît frecvența oscilațiilor undei recepționate este mai mare în raport cu frecvența oscilațiilor

locale, deci cu cît lungimea de undă este mai mică. Aceasta explică folosirea detectorului cu superreacţie mai ales în gama undelor ultrascurte.

În sfîrşit, pentru obţinerea unei reproduceri de calitate, se foloseşte adesea *reacţia negativă* în amplificatoarele de audiofrecvenţă. Procedeul practic de aplicare a reacţiei negative constă în preluarea unei anumite părţi din tensiunea sau intensitatea curentului de audiofrecvenţă de la ieşirea unui amplificator audio şi introducerea ei la intrarea amplificatorului, însă cu un defazaj de 180°. Reacţia negativă reduce din amplificare, însă asigură o redare de calitate.

Amplificarea. În capitolul „Tuburi electronice" am arătat ce este amplificarea şi cum se produce ea în cazul triodelor (fig. 87). Nu vom mai reveni. Vom spune doar că atît radioreceptoarele, cît şi radioemiţătoarele sînt prevăzute cu dispozitive (etaje) amplificatoare (echipate cu tuburi ori tranzistoare), numite pe scurt *amplificatoare*. Există două categorii de amplificatoare: *de tensiune* şi *de putere*. Etajul amplificator de tensiune (etaj preamplificator) se găseşte la intrarea unui sistem sau lanţ de amplificare şi este astfel conceput încît amplifică tensiunea. În schimb, amplificatoarele de putere sau finale preiau tensiunea furnizată de preamplificatoare, pe care o folosesc pentru excitaţie şi furnizează energia dispozitivului de redare (difuzorul).

În funcţie de regimul de funcţionare, amplificatoarele se împart în *clase* notate prin literele *A*, *B*, *C*, ori prin combinaţii ale lor (ex. AB_1, AB_2). Astfel, dacă punctul de funcţionare al tubului amplificator se găseşte pe porţiunea rectilinie a caracteristicii sale (fig. 110), amplificatorul va lucra în regim *clasa A*. Randamentul amplificatorului este mic, dar nu se introduc distorsiuni neliniare, fapt pentru care acest regim de funcţionare este utilizat mai ales în amplificatoarele de tensiune.

Deplasînd punctul de funcţionare al tubului spre partea inferioară (*B*) a caracteristicii, amplificatorul va lucra în *clasa B*, distorsiunile vor fi minime, cu amplificarea destul de mare. De aceea acest regim de lucru este folosit mai ales în amplificatoarele de putere simetrice (în contratimp). Regimurile de funcţionare în clasele A şi B pot fi combinate (regim *clasa AB*).

În sfîrşit, deplasînd punctul de funcţionare al tubului spre stînga (fig. 110) pînă în punctul *C*, amplificatorul va lucra în *clasa C*. Acum randamentul amplificării creşte foarte mult, dar cresc totodată şi distorsiunile. De aceea acest regim de funcţionare nu este folosit în amplificatoarele de audiofrecvenţă, ci mai

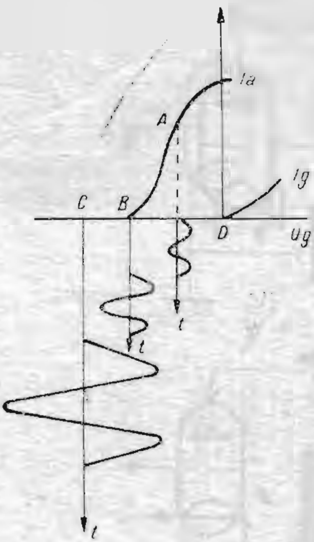


FIG. 110

ales în amplificatoarele de radiofrecvență ale emițătoarelor.

Amplificarea se poate face înainte sau după detecție. Cînd se face înainte de detecție poartă denumirea de *amplificare de radiofrecvență* (în montajele superheterodină de care vom vorbi mai departe întîlnim și o amplificare a frecvenței intermediare), iar după detecție, *amplificare de audiofrecvență*. Cuplajul (legătura) tubului amplificator cu cel care îl urmează sau îl precede este diferit, după cum este vorba de radiofrecvență sau audiofrecvență.

Pentru tuburile amplificatoare în radiofrecvență, cuplajul cu etajul următor se face, în cele mai dese cazuri, printr-un circuit acordat (fig. 111-*a*) sau printr-un transformator de radiofrecvență, al cărui secundar este acordat (fig. 111-*b*).

Modul de funcționare al unui asemenea etaj este următorul: oscilațiile de radiofrecvență din circuitul acordat pe o stație oarecare sînt aplicate pe grila tubului amplificator și provoacă în circuitul anodic un curent de aceeași formă, dar amplificat, care se aplică fie circuitului acordat din anod (fig. 111-*a*), fie primarului transformatorului de radiofrecvență (fig. 111-*b*). Aceste circuite fiind acordate pe frecvența stației recepționate, deci similară cu a primului circuit acordat din grila tubului amplificator, nu lasă să treacă decît banda care corespunde stației recepționate, efectul direct fiind mărirea selectivității și sensibilității radioreceptorului.

În cazul amplificatoarelor de audiofrecvență, etajul amplificator de tensiune ce se cuplează cu etajul anterior se face: prin transformator cu raport ridicător, prin rezistență și condensator, prin bobină de șoc.

Amplificatoarele de putere (finale) din lanțul de audiofrecvență pot fi: *simple* și *în contratimp* (simetrice sau push-pull). Etajele simple, construite cu un singur tub, pot fi: cu ieșire directă (rezistența de sarcină este chiar difuzorul), cu ieșire pe bobina de șoc, cu ieșire pe autotransformator, cu ieșire pe trans-

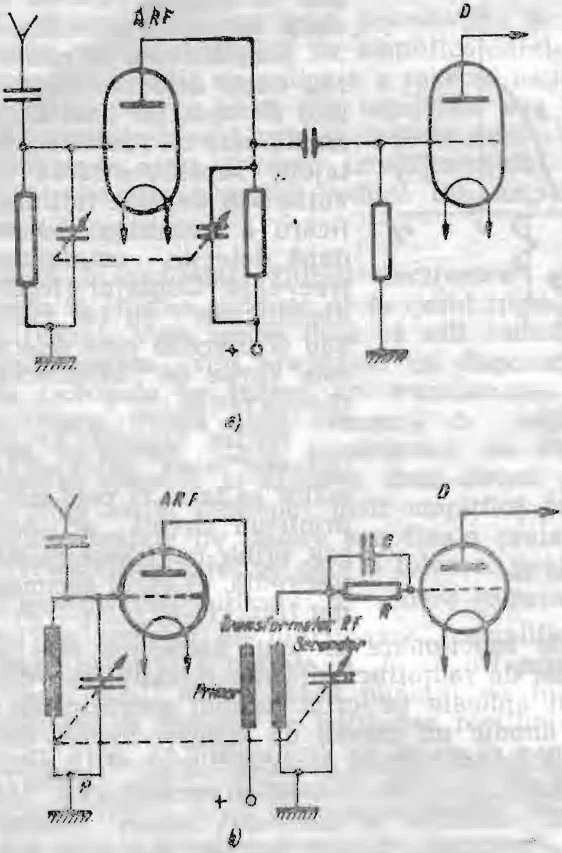


FIG. 111

formator (fig. 112, *a*, *b*, *c*, *d*). Etajele finale în contratimp sînt azi cele mai utilizate pentru reproducerile de calitate. Ele conţin două tuburi sau tranzistoare identice, excitate de tensiuni de audiofrecvenţă de valoare egală, dar opuse ca fază, aşa cum se arată schematic în fig. 113. În montajele prezentate în continuare, radioconstructorul va întîlni atît etaje amplificatoare simple, cît şi în contratimp. Cu aceste ocazii se vor da explicaţii suplimentare.

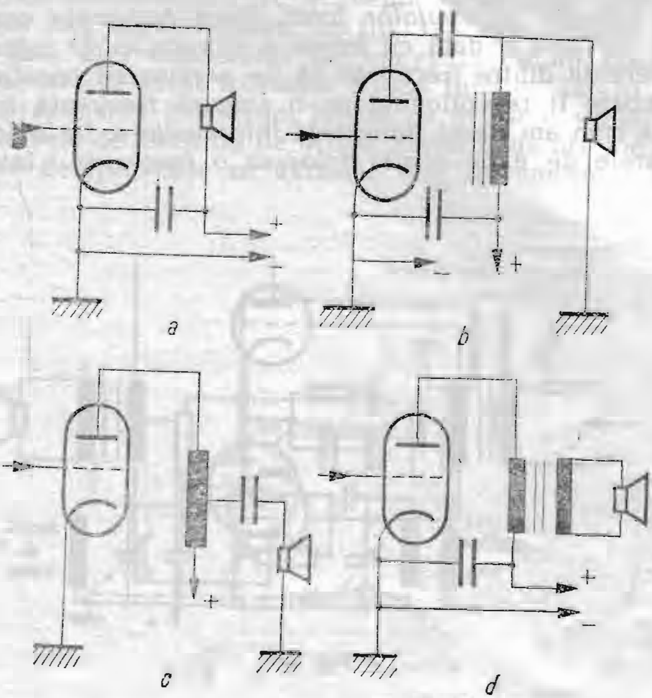


FIG. 112

Schimbarea de frecvență. Majoritatea radioreceptoarelor industriale sau construite de amator sînt superheterodine, adică radioreceptoare cu schimbare de frecvență. În astfel de montaje radioconstructorul întîlnește fenomenele de *oscilație* și *heterodinare*. Despre modul cum se produc oscilațiile am vorbit în cadrul capitolului „Circuitul oscilant", așa că nu vom mai reveni.

Radioreceptorul tip superheterodină se bazează pe fenomenul heterodinării sau al „bătăilor", care se explică astfel. Dacă într-un tub electronic se introduce semnalul de frecvență f_1 captat de antenă, împreună cu un alt semnal de radiofrecvență dar cu frecvența f_2, între ele are loc procesul de heterodinare sau de amestec, care determină apariția unei a treia frecvențe f_3 numită *frecvență intermediară* (FI). Cea de-a treia frecvență (*FI*) rezultă din una dintre relațiile $f_3=f_1+f_2$; $f_3=f_1-f_2$; $f_3=f_2-f_1$. De obicei se apelează la a treia sau la a doua relație.

În practică, peste semnalul colectat de antenă trebuie suprapusă o oscilație separată, pe care o generează un oscilator spe-

cial, cu tub electronic, ce se găseşte în receptor. Oscilatorul acesta se mai numeşte şi *oscilator local.* Dacă frecvenţa oscilatorului local se schimbă o dată cu aceea a circuitului de intrare, astfel încît diferenţa dintre frecvenţe să fie permanent constantă, orice emisie poate fi recepţionată pe o singură frecvenţă fixă, denumită, aşa cum am văzut, *frecvenţă intermediară.* De obicei, radioreceptoarele de unde scurte folosesc o frecvenţă intermediară

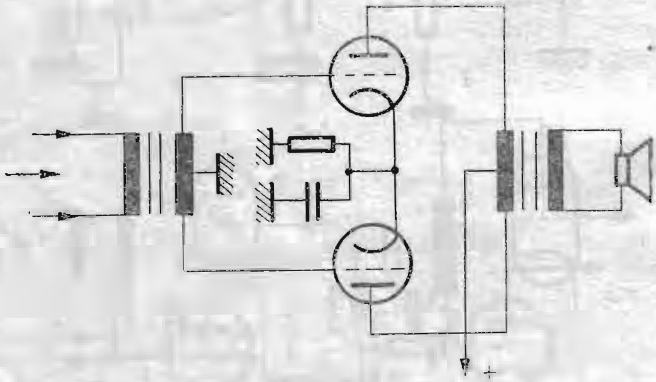


FIG. 113

de 450 . . . 470 kHz şi 730 . . . 1 600 kHz. In cazul radioreceptoarelor de amator pentru unde scurte se foloseşte *dubla schimbare de frecvenţă,* care înlătură uşor perturbaţiile produse de frecvenţa imagine.

Avantajul montajului superheterodină este evident. Frecvenţa intermediară fiind fixă, ea poate fi amplificată cu uşurinţă, iar numărul etajelor amplificatoare nu mai este limitat. Circuitele respective se acordă odată pentru totdeauna şi se obţine astfel o aliniere perfectă. În plus, amplificarea pe frecvenţă fixă permite folosirea unor filtre de bandă (transformatoarele de frecvenţă intermediară), care măresc considerabil selectivitatea montajului.

Diferenţa constantă între frecvenţa de intrare şi aceea a oscilatorului local se obţine practic montînd condensatoarele variabile ale celor două circuite pe acelaşi ax, punînd în serie cu cel al oscilatorului local un condensator de 200 . . . 1 000 pF şi efectuînd reglaje din miezurile feromagnetice ale bobinelor, astfel încît în trei puncte repartizate simetric în banda recepţională, frecvenţa intermediară să fie absolut aceeaşi. În practică,

pentru etajele schimbătoare de frecvenţă se folosesc tuburi heptode, octode sau triode-hexode. În fig. 114 este arătată schema clasică a unui etaj schimbător de frecvenţă cu un tub triodă-hexodă. Oscilatorul local foloseşte trioda tubului, iar în hexodă are loc suprapunerea frecvenţei locale cu aceea a staţiei recepţionate, selectată de circuitul de acord. Etajul unde are loc această suprapunere de frecvenţe se numeşte *etaj de amestec* sau *etaj convertor*.

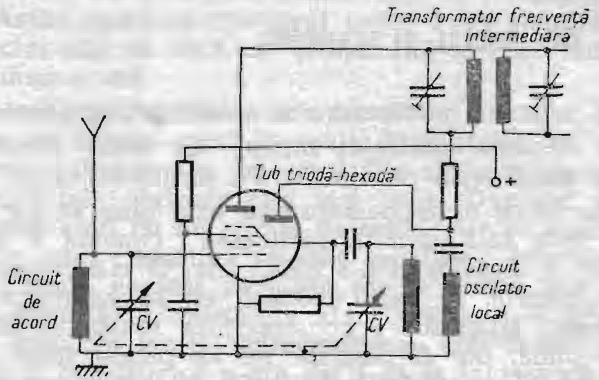


FIG. 114

În circuitul anodic al hexodei, de unde se culege frecvenţa intermediară, se găseşte un transformator cu primarul şi secundarul acordate pe această frecvenţă. Semnalul de frecvenţă intermediară este apoi amplificat şi detectat, iar curentul de audiofrecvenţă rezultat se amplifică. Aceasta este schema-bloc generală a oricărei superheterodine, schemă prezentată, dealtfel, în fig 98.

Laboratorul radioamatorului

Masa de lucru și sculele

Pentru o bună desfășurare a activității, laboratorul radioamatorului trebuie amenajat într-un loc unde acesta nu este deranjat, nu stînjenește pe nimeni, are suficient spațiu și lumină.

Masa de lucru a radioamatorului este bine să fie în așa fel construită, încît să-i permită realizarea comodă a montajelor, păstrarea lor, a pieselor și a sculelor etc. O masă simplă este în general suficientă. În cazul folosirii ei, se va procura și un dulăpior pentru adăpostirea construcțiilor realizate, pieselor etc. Sculele, de pildă, pot fi păstrate pe un panou fixat pe perete. El se realizează ușor dintr-o bucată de panel cu dimensiuni corespunzătoare. Sculele se prind de niște cuie bătute în placa de panel. În locul cuielor se pot folosi brățări din tablă fixate de placă cu șuruburi.

Dacă radioamatorul dorește — și are posibilități — poate să-și construiască o masă specială. Masa are aspectul unui birou, și poate fi chiar un birou vechi căruia i se fac o serie de modificări. Ea are două corpuri, fiecare cu cîte cinci sertare: patru mai înguste și unul mai înalt. În aceste sertare se păstrează sculele, piesele (bineînțeles în cutii de carton, plastic sau tablă), aparatele de măsurat și montajele realizate. În sertarul din mijloc se vor păstra „mărunțișurile", toate în cutioare ordonat aranjate. Tăblia mesei nu va fi ocupată cu nimic. Iar cînd este nevoie, menghina poate fi fixată la un colț al mesei. La fel și suportul în coadă de rîndunică al traforajului.

Masa, de dimensiuni corespunzătoare, se confecționează din lemn de brad sau fag. Tăblia ei este bine să fie protejată cu o placă de azbest, melacard sau chiar carton electrotehnic.

Sculele cu care se lucrează curent pot fi păstrate în niște suporturi. Acestea sînt construite din lemn și permit radioamatorului să aibă la îndemînă sculele necesare. Atunci cînd a termi-

nat lucrul, ele vor fi puse din nou pe panou sau vor fi introduse, împreună cu suportul lor, într-un sertar.

O condiţie esenţială pentru buna desfăşurare a lucrului este iluminatul. De aceea, pe masa de lucru va exista o lampă de birou cu un bec de 100 W. Foarte practică este o lampă cu braţul extensibil, care se fixează în perete şi poate fi mutată atît de la stînga la dreapta, cît şi în sus şi în jos. În sfîrşit, pentru ca masa să ofere radioconstructorului condiţii bune de lucru, trebuie să fie prevăzută cu o priză multiplă care se fixează la un capăt al mesei. Astfel radioconstructorul poate avea simultan sub tensiune atît ciocanul de lipit, cît şi aparatul la care lucrează, aparatele de măsurat etc.

Laboratorul unui radioamator începător nu este cazul să fie înzestrat cu un număr mare de scule. Bineînţeles, cu cît numărul sculelor este mai mare (şi amatorul ştie să le mînuiască corect), cu atît rezultatele obţinute sînt mai bune. Dar sînt foarte frecvente cazurile cînd cu un minim de scule, dar cu multă stăruinţă şi pricepere, unii amatori reuşesc montaje excelente. Totuşi, fără cîteva scule absolut necesare nu se poate face mai nimic, oricîtă bunăvoinţă ar exista. În afara unora, specifice construcţiei radio, cele mai multe scule există în mai toate gospodăriile, aşa că tînărul constructor n-are decît să le folosească pe acestea. Iată mai jos o listă de scule care pot fi procurate treptat de radioconstructor.

1 — ciocan electric de lipit sau ciocan care se încălzeşte la jar;
2 — ciocan de 300 ... 500 g;
3 — ciocan de lemn;
4 — cleşte patent;
5 — cleşte „şpiţ";
6 — pensetă;
7 — cleşte de tăiat sîrmă;
8 — bormaşină sau coarbă cu burghie;
9 — cuţitaş;
10 — traforaj cu pînzele sale;
11 — şurubelniţe de diferite mărimi;
12 — daltă pentru metale;
13 — daltă pentru lemn;
14 — rindea;
15 — ferăstrău pentru fier;
16 — ferăstrău pentru lemn;
17 — o şină (sau nicovală mică) pentru îndreptat tabla;
18 — pile de diferite mărimi;

19 — menghină ;
20 — dorn.

În afara acestor unelte, radioamatorul trebuie să mai aibă o riglă gradată, eventual un şubler şi un ac de trasat pe suprafeţe metalice.

Cum se fac lipiturile

Toate metalele, în afară de aluminiu, se lipesc cu cositor. Lipirea cu cositor este o operaţie atît de simplă, încît mulţi o consideră prea uşoară şi neglijează unele amănunte, care fac ca lipitura să nu fie trainică. O lipitură corectă este de obicei foarte durabilă. Cea mai bună dovadă este aceea că de cele mai multe ori piesele care au fost lipite cu cositor se deteriorează, dar partea lipită rămîne, de obicei, intactă.

În general, sînt trei condiţii pentru executarea unei lipituri corecte : un ciocan de lipit curat şi potrivit încălzit, un material bun de lipit şi o suprafaţă curată. Uneltele necesare pentru o lipitură normală sînt următoarele : un ciocan de lipit (simplu sau electric), pastă decapantă, pilă, şmirghel şi un cuţitaş sau o lamă.

Amatorii care nu dispun de un ciocan de lipit şi-l pot construi foarte uşor dintr-o bucată prismatică de cupru, cu dimensiunile 80×25×25 mm. Bucata de cupru se taie şi se ajustează cu pila la unul din capete, astfel ca să capete o formă ascuţită, trapezoidală. Pe latura opusă părţii trapezoidale se face o gaură în care se fixează o tijă de fier, prevăzută la celălalt capăt cu un mîner de lemn.

În fig. 115-*a* sînt prezentate cîteva tipuri de ciocane de lipit electrice sau cu jar. Din ce în ce mai folosite sînt azi ciocanele tip „pistol", foarte indicate pentru lipituri fine.

Pentru efectuarea unei bune lipituri, ciocanul trebuie cositorit şi curăţat mereu de oxid, deoarece altfel stratul de oxid împiedică trecerea căldurii la piesa de lipit. Curăţirea şi cositorirea vîrfului ciocanului se face uşor, folosind o bucată de ţipirig (clorură de amoniu) şi boabe mici de cositor pe care le punem în adîncitura ce o face ciocanul încălzit cînd îl introducem în bucata de ţipirig.

Materialul cu care se lipeşte (cositorul) este un aliaj de plumb şi cositor. Un aliaj care conţine 50% cositor şi 50% plumb este bun pentru lipituri uşoare. Pentru lipituri mai solide este preferabil un aliaj conţinînd 60% cositor şi 40% plumb. Uneori

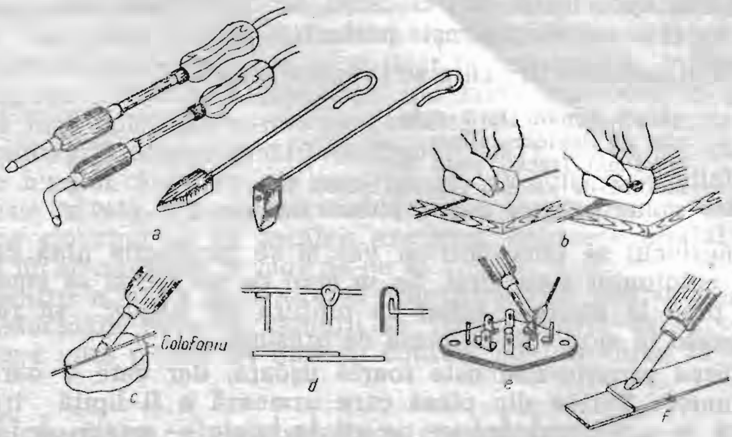


FIG. 113

se utilizează aliaje avînd o parte cositor, o parte plumb și 3 părți bismut.

Pentru lucrări de radiotehnică este foarte practică utilizarea cositorului sub formă de sîrmă sau fludor (tub subțire din cositor, prevăzut în interior cu sacîz).

Curățirea locului de lipit se face cu pila, cu șmirghel sau cu peria de sîrmă. Tabla galvanizată sau tabla de zinc se curăță cu o soluție de clorură de zinc (apă tare „stinsă" — adică acid clorhidric în care s-au pus bucățele de zinc). Soluția aceasta curăță foarte bine materialul de oxizi dar, imediat după lipire, trebuie să spălăm locul lipit cu multă apă, pentru a îndepărta soluția rămasă, împiedicînd astfel acțiunea corozivă pe care o are asupra metalului.

Sîrma de cupru sau de alamă, ca dealtfel orice piesă de cupru sau alamă, se curăță (după curățirea cu șmirghel) numai cu pastă decapantă sau cu sacîz. Pasta decapantă conține un ulei vegetal, borat de sodiu și sacîz, care are proprietatea să dizolve oxizi și astfel să curețe locul.

Lipirea conductoarelor (firelor) nu se face folosind apa tare, deoarece aceasta, fiind acidă, atacă materialul izolant. Pentru lipirea conductoarelor se poate folosi o pastă specială, care conține atît decapantul cît și cositorul necesar lipiturii. Cînd dorim să facem o lipitură, punem o cantitate mică din acest material (cît un bob de orez) pe locul de lipit — curățat în prealabil —

şi încălzim apoi locul cu ciocanul de lipit. Pasta se topeşte, curăţă locul şi cositorul lipeşte perfect.

Iată materialele din care se prepară pasta:

untură topită (fără apă)	35 g
ulei de dovleac rafinat	25 g
colofoniu (sacîz) pisat fin	20 g
clorură de amoniu (ţipirig) pisată fin . . .	10 g
cositor (aliaj de cositor) pilitură fină . . .	110 g

Amestecul se pune într-un vas şi se încălzeşte pînă ce untura şi colofoniul s-au topit. Se ia apoi de pe foc şi se amestecă mereu pînă la răcire, astfel ca pilitura de cositor să rămînă încorporată în mod egal în masa de grăsime.

Lipirea propriu-zisă este foarte uşoară, dar cere o oarecare îndemînare. Partea din piesă care urmează a fi lipită trebuie încălzită la o temperatură — pe cît se poate — egală cu temperatura de topire a cositorului. Pentru aceasta se aplică ciocanul de lipit peste ambele piese ce urmează a fi unite prin cositorire, apoi apropiem bucata de cositor şi topim puţin din el. Cositorul topit îl întindem într-un strat uniform de-a lungul locului de topit. După răcire curăţăm locul cu pila şi şmirghel, astfel ca lipitura să aibă un aspect frumos.

Înainte de efectuarea unei lipituri se curăţă cu grijă suprafaţa pieselor sau conductoarelor ce urmează a fi îmbinate pentru lipire. Aliajul de lipit nu aderă la o suprafaţă murdară sau oxidată. De aceea suprafeţele metalice care urmează a fi lipite se curăţă pînă la strălucire cu ajutorul unui cuţit, al unei lame sau al unei pile fine (fig. 115-*b*). Aceste suprafeţe se cositoresc, adică se acoperă cu aliajul de lipit, în stare topită. Metodele de cositorire sînt diferite şi depind de forma şi dimensiunile pieselor. În cele mai multe cazuri trebuie lipite conductoare, deoarece majoritatea pieselor sînt prevăzute cu conexiuni terminale filiforme.

Pentru a cositori un conductor, îl vom aşeza pe o bucată de colofoniu şi apoi îl atingem cu vîrful ciocanului de lipit, care în prealabil a fost înmuiat în aliajul de lipit (fig. 115-*c*). Se mai poate proceda şi în alt mod, luînd, de exemplu, pe vîrful ciocanului de lipit o picătură de aliaj de lipit, pe care îl înmuiem apoi în colofoniu şi îl aplicăm pe locul pregătit pentru cositorire. Operaţia se va efectua repede, pentru a se evita arderea colofoniului. La lipirea a două conductoare, capetele acestora vor fi cositorite în prealabil, după care se îmbină şi se lipesc cu aliaj. Îmbinarea conductoarelor se face prin suprapunere (fig. 115-*d*). Pentru cositorirea pieselor ce se fixează rigid de contactele so-

clurilor sau coselor regletelor vom folosi un conductor gros, avînd colofoniu la capătul ce se apropie de punctul de lipire (fig. 115-e). Aliajul de lipit va fi tăiat în prealabil în bucăţi mici.

Lipirea pieselor cu suprafeţe mai mari, cositorite în prealabil, se face apăsîndu-le una pe cealaltă şi atingîndu-le cu vîrful ciocanului de lipit (fig. 115-*f*). Trebuie să urmărim ca ciocanul să fie bine încălzit. În caz contrar, nu va topi bine aliajul, iar lipiturile nu vor fi reuşite, avînd un aspect urît. Dar nu este bine nici ca ciocanul să fie încălzit exagerat, deoarece aliajul de pe vîrful lui se oxidează şi cade de pe el.

Pentru a evita deteriorarea tranzistoarelor sau diodelor semiconductoare datorită căldurii în timpul lipirii, se recomandă folosirea unui ciocan de lipit cu consum mic, de circa 30 W.

Colorarea şi nichelarea metalelor

Piesele metalice pot fi înfrumuseţate prin colorare pe cale chimică. Operaţia e foarte simplă şi dă pieselor un aspect atrăgător.

Colorarea oricărui metal începe prin curăţirea suprafeţei lui. Notaţi! De modul cum realizaţi curăţirea metalului depinde trăinicia culorii de pe metal. Pentru aceasta curăţiţi piesa mai întîi cu un cuţit sau cu o perie de sîrmă, apoi cu şmirghel fin. Urmează acum degresarea piesei, care se face introducînd piesa în benzină sau frecînd-o bine cu un tampon înmuiat în benzină (*Atenţie la foc*!). O ultimă curăţire a piesei se face introducînd-o pentru un minut sau mai puţin în acid clorhidric puţin încălzit. După aceea piesa se spală bine cu apă. De acum înainte nu vom mai atinge piesa cu degetele, deoarece o putem murdări.

Piesele de cupru le putem colora în diverse culori, începînd de la galben pînă la negru. Colorarea o facem introducînd piesa într-o soluţie de sulfură de sodiu. Nuanţele între galben şi negru le căpătăm variind concentraţia soluţiei (adică folosind o cantitate mai mare sau mai mică de sulfură de sodiu) şi timpul cît ţinem piesa în soluţie.

O culoare neagră putem obţine pe cupru sau bronz introducînd piesa într-o soluţie formată dintr-o parte sulfură de amoniu şi patru părţi apă. Fierul poate fi colorat albastru închis fierbîndu-l într-o soluţie concentrată de bisulfit de sodiu, în care am adăugat puţin acetat de plumb.

Piesele de aluminiu pot fi colorate numai după ce le-am mătuit suprafaţa, introducîndu-le cîteva minute într-o soluţie

slabă de hidroxid de sodiu (sodă caustică). După ce hidroxidul de sodiu a acționat asupra aluminiului, spălăm piesa de cîteva ori în apă caldă, apoi o colorăm în orice culoare, cu un colorant oarecare de anilină, dizolvat în apă.

Pentru a proteja suprafața metalelor după colorare, întindem cu un tampon de vată o soluție de șerlac incolor sau slab colorat.

Nichelarea obiectelor de metal este o operație destul de dificilă, totuși orice radioamator poate să nicheleze obiecte mici de metal cu ajutorul următorului amestec, fin pulverizat: 25 părți sulfat de nichel-amoniu, 15 părți sulfat de nichel, 10 părți tartrat de sodiu, 10 părți clorură de zinc, 5 părți țipirig (clorură de amoniu), 3 părți sare de bucătărie, 20 părți carbonat de calciu (cretă) pulverizat și 10 părți pilitură de cupru. În momentul întrebuințării se ia puțin praf și se amestecă cu puțină apă. Cu pasta obținută se freacă apoi metalul de nichelat (bine curățat în prealabil), pînă se formează la suprafața lui o pojghiță lucitoare de nichel.

Confecționarea și montarea pieselor pe sașiu

Șasiul reprezintă suportul pe care se fixează piesele mari ale montajului (tuburi, transformatoare, blocuri de bobine, condensatoare electrolitice etc.). Forma și dimensiunile lui, ca și metalul din care este confecționat, depind, în principal, de faptul dacă montajul este alcătuit cu tuburi electronice ori cu tranzistoare. În cazul montajelor cu tuburi, în general, șasiul se execută din tablă. Dacă el funcționează cu tranzistoare, poate fi o plăcuță de pertinax, ori chiar carton preșpan.

Șasiul trebuie astfel construit ca să asigure comoditatea montării pieselor și compactitatea aparatului, precum și simplitatea reglării și mînuirii lui.

De obicei șasiul se confecționează din tablă de aluminiu de 1,5 . . . 2 mm grosime. La nevoie se poate folosi și tablă de zinc sau fier de 0,5 . . . 1 mm grosime, deși nu este recomandabil, deoarece vibrează.

Pe partea orizontală a șasiului se așază soclurile tuburilor, piesele circuitelor oscilante, transformatoarelor de rețea și de ieșire, condensatoarele electrolitice și bobina de șoc pentru filtraj. Pe peretele vertical din față, numit și *panou frontal*, se montează piesele care au butoane de comandă, precum: comutatorul de game, potențiometrul pentru reglarea amplificării și a tonului, mecanismul de scală și acționare a condensatoarelor

variabile sau chiar acestea. Pe peretele din spate al şasiului se fixează bornele pentru antenă, priza de pămînt, picup şi cablul de alimentare de la reţea.

Pentru determinarea dimensiunilor şi a formei şasiului se procedează astfel:

Aşezăm piesele ce vor sta deasupra şasiului pe o bucată de hîrtie albă. Piesele ce vin dedesubt le vom aşeza pe o hîrtie similară, ţinînd seama de găurile ce vor fi practicate pentru fixarea pieselor de pe partea superioară. Apreciem distanţa dintre piesele mari, astfel ca între ele să se poată monta cu uşurinţă piesele mărunte. De obicei, aşezarea cea mai bună este aceea în care etajele se succed, legăturile devenind astfel mai scurte.

Bobinele oscilatorului local, în cazul montajelor superheterodină sau al circuitelor oscilante, trebuie aşezate cît mai departe de piesele ce se încălzesc în timpul funcţionării şi care prin temperatura ridicată influenţează mărimile electrice ale pieselor, putînd schimba astfel frecvenţa de lucru. În cel mai rău caz, ele se vor separa prin ecrane metalice. Piesele circuitelor de radiofrecvenţă se aşază în imediata apropiere a comutatoarelor sau a soclurilor bobinelor schimbătoare.

Pentru evitarea apariţiei zgomotului de reţea (brum), tuburile sau tranzistoarele preamplificatoare de audiofrecvenţă se aşază cît mai departe de transformatorul de reţea şi de şocul de filtraj.

Toate piesele redresorului se montează unele lîngă altele. Deoarece redresoarea se încălzeşte puternic în timpul funcţionării, nu se vor aşeza în imediata ei apropiere condensatoarele de filtraj.

Transformatoarele vor avea miezurile perpendiculare unul pe celălalt, spre a se evita cuplaje inductive nedorite. Odată aşezarea făcută, se trasează pe hîrtie găurile necesare pentru trecerea şi fixarea pieselor, trasarea făcîndu-se cît mai corect cu putinţă. Se copiază apoi desenul pe o bucată de tablă (aluminiu, fier etc.) şi se verifică corectitudinea trasajului, punînd piesa respectivă la locul ei. Operaţia următoare este găurirea. Găurile mici se dau cu burghie de dimensiunea respectivă, iar la sfîrşit se rad „mustăţile" învîrtind pe gaură, cu mîna, un burghiu cu diametrul dublu, obţinîndu-se astfel un aspect îngrijit şi frumos. Găurile circulare mari se pot executa făcînd mai multe găuri mici, tangente, interioare circumferinţei, sau se pot tăia cu traforajul, în cazul aluminiului.

Decupările pătrate sau dreptunghiulare se fac tot cu ajutorul maşinii de găurit folosind procedeul găurilor mici tangente, sau

cu traforajul. Nu se va întrebuința dalta, deoarece provoacă deformări. Indiferent de modul cum se execută găurile sau tăieturile mari, ele vor fi ajustate, dacă este necesar, cu pila, pînă la dimensiunile exacte, astfel ca marginile să fie rotunde, fără muchii tăioase.

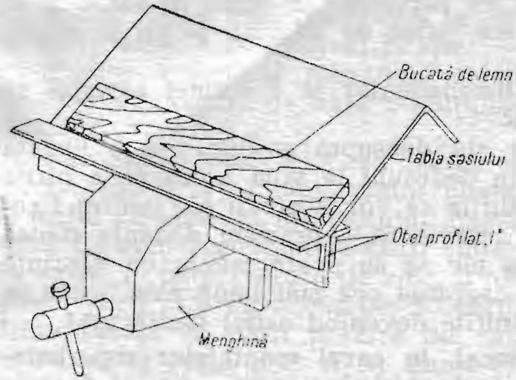


FIG. 116

Forma cea mai răspîndită de șasiu este „U" întors. În cazul cînd pe șasiu se montează piese grele, se recomandă ca el să aibă patru laturi îndoite, astfel ca rigiditatea lui să devină mai mare. De obicei, cele patru laturi îndoite se prind între ele prin colțare și nituri. Înălțimea laturilor îndoite se alege astfel ca să putem monta sub șasiu unele piese (potențiometre, comutatoare, condensatoare etc.). Îndoirea se face după trasaj, prinzînd tabla într-o menghină, prin intermediul a două bucăți de oțel profilat *L* (fig. 116). Apăsarea se face cu ajutorul a două bucăți de lemn, ca să se obțină o îndoire uniformă și frumoasă pe toată lungimea șasiului. Eventualele retușuri se fac prin lovire ușoară cu un ciocan de lemn.

Realizarea montajelor

Orice montaj radioelectronic este alcătuit dintr-un număr — mai mic sau mai mare — de piese, asamblate între ele prin lipituri cu cositor. Atunci cînd terminalele pieselor nu pot fi lipite direct unele de altele, se folosesc conductoare de legătură. De asemenea, pentru a se evita vibrațiile — ce pot duce la apariția oscilațiilor parazite — piesele trebuie fixate cît mai rigid, folosind, acolo unde este cazul, reglete din material izolator. Pe acestea se fixează cose sau capse, puncte rigide de care se fixează apoi prin cositorire terminalele sau conductoarele de legătură.

Desigur, oricine a desfăcut capacul protector de dedesubtul unui radioreceptor a constatat că numărul conexiunilor este de ordinul zecilor, ori chiar al sutelor. Pentru un neofit, „încurcă-

tura" de fire n-are nici un sens. Cunoscătorul, însă, își dă seama imediat că totul este făcut cu rost. De aceea recomandăm începătorilor ca atunci cînd realizează conectarea pieselor în montaj să facă această operație cu atenție, fără grabă, estetic (fără a neglija faptul că uneori anumite circuite nu pot fi aranjate estetic, deoarece asta ar duce la cuplaje nedorite), verificînd fiecare conexiune în parte în vederea evitării greșelilor.

În cele ce urmează dăm cîteva sfaturi necesare radioconstructorilor începători, pentru ca aceștia să se poată descurca cu ușurință atunci cînd vor trece la realizarea practică a unei scheme.

Conexiunile dintre piesele mai îndepărtate, ce nu se pot face prin terminalele lor, se execută cu conductor de cupru de 0,5 ... 1 mm diametru, de preferință cositorit, izolat cu tub varniș sau material plastic. Conexiunile pot fi executate și cu conductor neizolat, însă în acest caz conductoarele lungi trebuie fixate bine pe piese izolante, pentru a nu se produce scurtcircuite. În cazul montajelor cu tranzistoare, izolamentul conductorului folosit la conexiuni nu este pretențios, tensiunile maxime folosite fiind de ordinul a 12 V. Pentru efectuarea conexiunilor, conductoarele se vor curăți de izolație la capete. În cazul cînd conductorul se prinde cu un șurub, extremitatea conductorului va fi îndoită în formă de buclă. Dacă este vorba de o lipitură la o cosă (capsă cu papuc metalic), se curăță 2 ... 3 mm de conductor, care apoi se îndoaie și se introduce în orificiul cosei.

Pentru fixarea pieselor mici (rezistențe, condensatoare, diode cu germaniu), ca și pentru îmbinarea și lipirea mai multor conexiuni, vom confecționa cose ce se prind de șasiu pe suporturi izolante. Vom confecționa, de asemenea, reglete din material izolant (bachelită sau polistiren) cu una, două sau mai multe serii de contacte, de care se fixează prin sudură cu cositor terminalele pieselor sau capetele conductoarelor de legătură (fig. 117-*a*).

În cazul montajelor cu tranzistoare, cînd se folosesc piese cu gabarit redus, este foarte utilă întrebuințarea plachetelor din material izolant, pe care se fixează direct piesele, prin intermediul coselor (fig. 117-*b*). Dimensiunile plachetelor se aleg funcție de numărul pieselor ce vor fi fixate pe ele.

Mai înainte am amintit că montajul trebuie executat estetic. Dar, așa cum se știe, orice conductor, în afara rezistenței sale, prezintă și o inductanță sau capacitate față de piesele sau conductoarele învecinate. Curenții de audio sau radiofrecvență ce trec prin aceste conductoare creează cîmpuri electrice și magnetice, care se induc în piesele sau conductoarele învecinate,

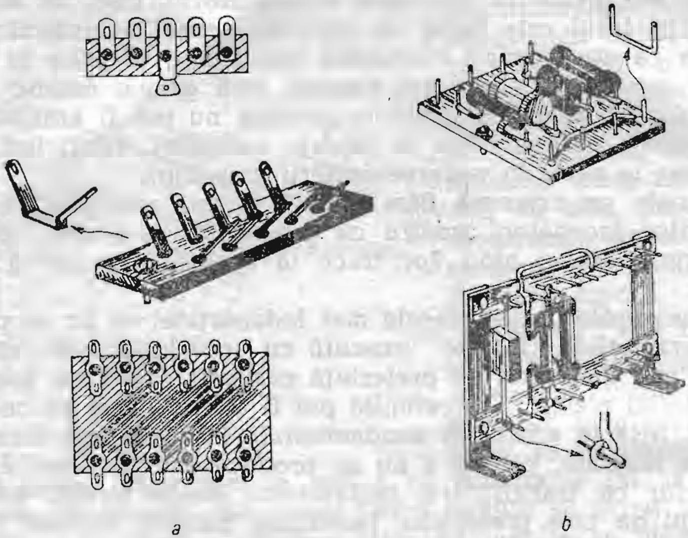


FIG. 117

ceea ce uneori dăunează funcţionării normale a montajului. Această influenţă este cu atît mai mare, cu cît conductoarele sînt mai lungi şi mai apropiate. De aici rezultă necesitatea unei scheme de montaj bine gîndită, care să reducă la minimum posibil lungimea conductoarelor de conexiune şi să mărească distanţa dintre ele, estetica jucînd un rol mai mic în aceste cazuri. Astfel, acolo unde este posibil, rezistenţele şi condensatoarele se vor lipi direct pe contactele soclurilor, aşa cum se arată în fig. 118-*a*, unde se prezintă o porţiune de schemă şi realizarea ei practică, piesele fiind fixate de contactele soclului. Conductoarele care pleacă de la anozi sau de la colectoarele tranzistoarelor se vor depărta cît mai mult de cele de grilă sau bază şi se vor aşeza astfel încît să nu fie paralele, evitînd în acest fel oscilaţii perturbatoare ale tubului sau tranzistorului.

Conductoarele de grilă sau bază ale circuitelor de radiofrecvenţă nu vor fi aşezate în apropierea şasiului, deoarece prin aceasta se măreşte capacitatea circuitului în raport cu masa.

Acolo unde este cazul se vor folosi ecranări metalice, fără a se face însă exces. Pentru conexiunile „la masă" se va confecţiona, dintr-un conductor gros de cupru neizolat, o bară de legă-

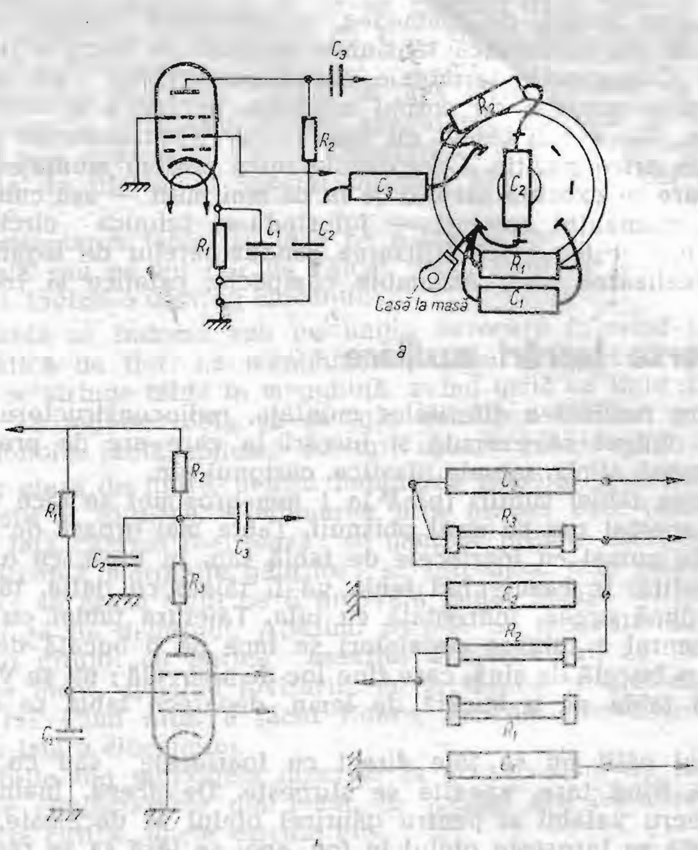


FIG. 118

tură comună, care va merge în lungul montajului, fiind fixată de capetele șasiului și în cîteva puncte intermediare.

Așa cum am arătat și mai înainte, piesele se pot fixa pe plachete. În fig. 118-*b* este prezentat un exemplu de realizare practică a unei porțiuni din montaj, folosind placheta.

În cazul montajelor cu tranzistoare, trebuie să ținem seama de faptul că acestea sînt foarte sensibile la supratensiuni și încălzire. Înainte de conectarea bateriei de alimentare, vom verifica dacă emitorul tranzistoarelor *pnp* se găsește la polul plus sau, în cazul celor *npn*, la polul minus. Aplicarea tensiunii de alimentare cu polaritatea inversă poate provoca distrugerea tranzistorului.

Vom ține seama, de asemenea, ca tensiunea bateriei de alimentare să nu depășească tensiunea maximă de lucru a tranzistorului. Conexiunile terminale ale tranzistoarelor nu trebuie îndoite prea aproape de corpul acestora, pentru a se evita ruperea lor. Ele vor fi lăsate cît mai lungi. Tranzistoarele pot fi așezate în orice poziție. Conexiunile între piesele montajelor cu tranzistoare se execută azi din ce în ce mai mult — așa cum vom arăta la momentul cuvenit — folosindu-se tehnica circuitelor imprimate. Acestea evită utilizarea conductoarelor de legătură și permit realizarea unor ansamble compacte, estetice și robuste.

Diverse lucrări auxiliare

Pentru realizarea diferitelor montaje, radioconstructorul este adeseori obligat să execute și lucrări în care are de prelucrat tabla, lemnul, sticla, masele plastice, cartonul etc.

Tăierea tablei subțiri (pînă la 1 mm grosime) se face cu un foarfece special sau cu unul obișnuit. Tabla mai groasă de 1 mm se va tăia numai cu foarfecele de tablă sau, în lipsă, cu o daltă bine ascuțită. În cazul cînd tabla va fi tăiată cu dalta, tăietura trebuie, după aceea, îndreptată cu pila. Tăietura tablei cu dalta (și în general a tuturor metalelor) se face pe o bucată de oțel, de pildă o bucată de șină, care ține loc de nicovală ; nu se va tăia niciodată tabla pe o bucată de lemn, deoarece tabla se deformează.

Oțelul călit nu se taie direct cu foarfecele sau cu dalta deoarece, fiind tare, unealta se știrbește. De aceea, înainte de tăiere (lucru valabil și pentru găurire) oțelul se decălește. Pentru aceasta se înroșește oțelul în foc, apoi se lasă să se răcească lent, introducîndu-l în cenușă.

Ca să redăm elasticitatea unui arc de oțel trebuie să-l recălim. Călirea se face în modul următor : se încălzește arcul pînă la roșu, apoi se introduce brusc în apă sau ulei. Oțelul de scule (pentru dălți, de pildă) se călește în apă ; oțelul de arcuri de ceas sau burghie se călește în ulei.

Găurirea tablei se poate face cu burghie speciale sau cu ajutorul dornului. Iată cum se găurește cu dornul : luăm o piuliță sau o altă piesă metalică prevăzută cu o gaură cu un diametru egal cu diametrul găurii pe care dorim să o facem în tablă, procurăm apoi o bucată de oțel rotund (dornul) cu diametrul ceva mai mic decît al găurii pe care dorim s-o obținem. Așezăm tabla pe piuliță, astfel ca locul în care vrem să facem gaura să cadă exact în dreptul găurii piuliței, apoi punem dornul deasu-

pra şi lovim puternic în el cu un ciocan. După găurire trebuie să îndreptăm marginile găurii cu ciocanul şi pila, deoarece gaura iese puţin deformată.

Adeseori amatorul trebuie să facă găuri filetate, în care se pot înşuruba şuruburi. Pentru executarea filetului se foloseşte un burghiu special de filetat. Amatorul trebuie să posede cîteva burghie de filetat, în special burghie M3 şi M4, cel mai des folosite.

Îndreptarea tablei se face pe o bucată de fier (pe o şină, o nicovală sau pe un fier de călcat vechi fixat pe masă cu talpa în sus), lovind-o uşor cu ciocanul.

Tabla se îndoaie sub un unghi oarecare folosind o bucată prismatică de fier. La menghină operaţia se execută mult mai uşor : se strînge tabla în menghină, avînd grijă ca linia după care dorim să îndoim tabla să se afle deasupra fălcilor menghinei, apoi îndoim tabla aplicînd lovituri uşoare cu ciocanul de lemn.

În afară de lipire, pentru îmbinarea pieselor metalice se mai foloseşte şi nituirea. Îmbinarea prin nituire este foarte rezistentă. Iată cum se realizează : se găuresc piesele care se îmbină, se îndreaptă marginile găurilor ; se introduce prin ambele găuri un nit ; se aşază totul pe o nicovală (şină) în aşa fel ca floarea nitului să fie dedesubt. Apăsînd piesele pe nicovală, se turteşte capătul nitului cu partea ascuţită a ciocanului. La început se loveşte încet, aplicînd loviturile de la centrul nitului către periferia lui. Cînd nitul a făcut floare, aplicăm cîteva lovituri cu partea lată a ciocanului.

Multe din montajele descrise în acest volum au piese care trebuie confecţionate din lemn. În special din lemn se confecţionează cutiile, unele carcase etc.

Scîndura mai groasă de lemn se taie cu ajutorul ferăstrăului cu ramă. Scîndura pînă la 10 mm, precum şi placajul, se taie cu ferăstrăul de traforaj. Pentru ca pînza acestuia, care este foarte fragilă, să nu se rupă uşor, trebuie fixată numai cu dinţii în jos. Tot cu traforajul mai poate fi tăiată tabla subţire de aluminiu sau cupru, precum şi masele plastice, pertinaxul, textolitul, în plăci nu prea groase. Suprafaţa scîndurilor, a şipcilor şi a tuturor pieselor din lemn se curăţă şi se îndreaptă cu rindeaua. Finisarea lor se face cu glaspapir.

Radioconstructorul amator foloseşte cartonul şi hîrtia pentru confecţionarea diferitelor plăci izolatoare, a scalelor pentru aparatele de măsură şi mai ales pentru confecţionarea carcaselor pe care se bobinează sîrma.

Cartonul se taie cu briceagul sau cu un cuţitaş bine ascuţit.

Pentru aceasta se aşază o riglă de fier pe locul de tăiat, apoi se trage de cîteva ori cu briceagul. Pentru a nu tăia masa, trebuie să se pună sub cartonul de tăiat o bucată de scîndură sau un alt carton. Găurile mici se fac în carton cu ajutorul unei sule, iar găurile mari cu o preducea. Carcasele cilindrice se pot face din hîrtie, în felul următor: luăm o baghetă rotundă cu diametrul corespunzător dimensiunii carcasei pe care dorim s-o confecţionăm şi o frecăm cu cretă sau praf de talc. Înfăşurăm bagheta într-o foaie de hîrtie, apoi ungem hîrtia cu clei şi continuăm să înfăşurăm de 5...6 ori. Vom avea grijă ca primul strat de hîrtie să nu fie uns cu clei, deoarece hîrtia se va lipi de baghetă şi carcasa nu va mai putea fi scoasă. Carcasa se scoate de pe baghetă numai atunci cînd cleiul s-a uscat. Acum i se pot pune două părţi laterale din carton, care vor împiedica spirele bobinate să alunece de pe ea.

În unele lucrări se folosesc şi diferite piese confecţionate din masă plastică. Materialele mai des folosite sînt: celuloidul, plexiglasul, polistirenul, bachelita etc. Aceste materiale se pot tăia cu ferăstrăul de traforaj, aşa cum am mai spus. Găurirea lor se face numai cu burghie speciale (pentru metale), cele pentru lemn putînd sparge materialul.

Montaje practice de radioreceptoare

Radioreceptoare cu diode semiconductoare

Montajul 1. Schema de principiu este arătată în fig. 119, fiind foarte simplă. Poziţia optimă se determină prin conectarea antenei şi a detectorului la prizele A, B, C, D sau E.

Bobina L pentru unde medii are 120 spire cu conductor din cupru emailat, de 0,4 mm diametru, bobinat spiră lîngă spiră pe o carcasă de 30 mm diametru. Prizele se scot la spirele 110, 100,

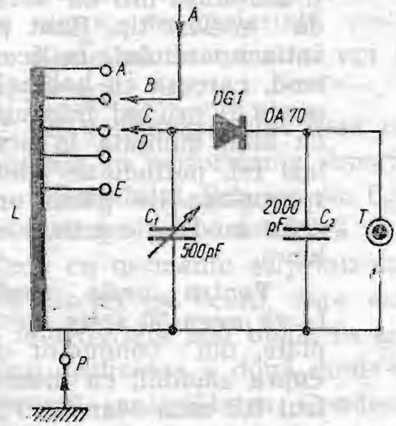


FIG. 119

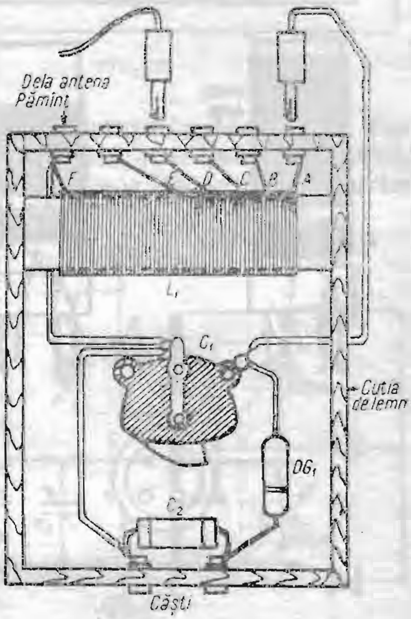


FIG. 120

80 şi 60. Condensatorul variabil poate fi cu dielectric solid, volumul ocupat fiind mai mic. Pentru detecţie folosim o diodă cu germaniu de tipul OA 70, EFD 108, EFD 110 sau orice alt tip folosit pentru detecţie.

Montajul se face, conform fig. 120, într-o cutie de lemn cu dimensiunile 150/150/50 mm.

Montajul 2. Folosește un circuit oscilant cu cuplaj inductiv, avînd o selectivitate superioară montajului anterior (fig. 121).

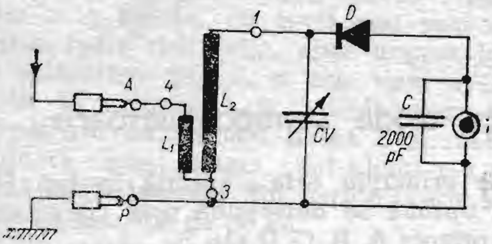


FIG. 121

Energia captată de antenă trecînd prin bobina L_1 induce în bobina L_2 curent de radiofrecvență, a cărui mărime depinde de cuplajul dintre cele două bobine.

Bobinajele se realizează pe o carcasă de carton bachelizat de 30 mm diametru și 80 mm lungime, fixată prin una sau două lame metalice de un culot de tub electronic cu patru piciorușe (fig. 122).

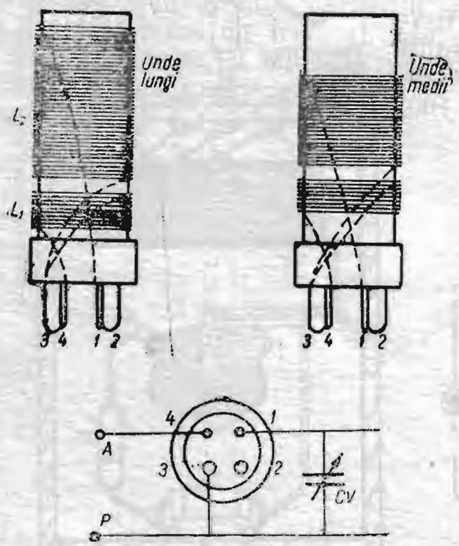


FIG. 122

În felul acesta poate fi introdusă într-un soclu de același tip, fixat pe cutia aparatului. În acest mod, carcasa cu bobinele poate fi oricînd înlocuită cu alta, montată în același fel, putîndu-se deci recepționa fie gama undelor medii, fie a undelor lungi.

Pentru unde medii L_1 va avea 30 spire apropiate, din conductor de cupru emailat, cu diametrul 0,3 mm, iar L_2, 120 spire apropiate, cu același conductor. Cele două bobinaje vor fi înfășurate în același sens, iar distanța dintre ele va fi de 3 mm. Capetele bobinelor traversează carcasa și sînt cositorite la piciorușele corespunzătoare.

Pentru undele lungi L_1 va avea 60 spire, iar L_2 230 spire din același conductor, pe același gen de carcasă și bobinate la

fel. Acordul circuitului se face cu un condensator variabil cu dielectric mică, de 450 ... 500 pF. Un condensator variabil cu dielectric aer va fi calitativ superior, dar are dimensiuni mult mai mari decît ale celui cu mică, fapt ce a determinat această alegere. Dioda detectoare este de tip OA70, OA71 sau EFD108. Impedanța căștii folosite este de 4 000 Ω, ca și la montajele anterioare. Realizarea practică este arătată în fig. 123.

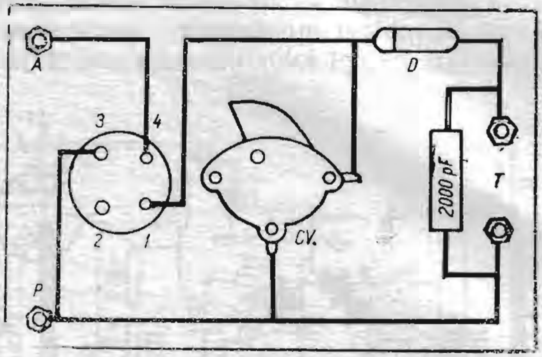


FIG. 123

Se poate utiliza ca suport o plachetă de bachelită ce se fixează pe o cutiuță de lemn, ca la montajul anterior. De asemenea, se poate folosi cu succes și o cutiuță de material plastic de aceleași dimensiuni. Conexiunile se vor face cu conductor de cupru, de preferință cositorit, cu diametrul de 1 mm și vor fi cît mai scurte.

În continuare sînt date cîteva montaje cu performanțe superioare.

Montajul 3. Schema din fig. 124 se distinge prin folosirea a două diode cu germaniu și printr-un dublu circuit de acord, care asigură o selectivitate mai bună. În același timp, utilizarea a două diode ameliorează sensibilitatea. Condensatorii variabil și fix din circuitul de antenă sînt de asemenea prevăzuți pentru ameliorarea selectivității.

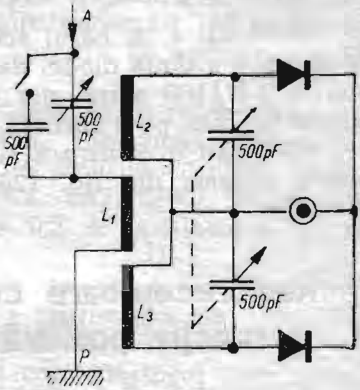


FIG. 124

Pentru undele medii, folosind un condensator variabil de acord de 450 ... 500 pF, bobina L_1 va avea 40 spire apropiate, cu conductor de cupru emailat, cu diametrul 0,3 mm. Bobinele L_2 și L_3 sînt identice și au cîte 95 spire apropiate, din același conductor.

Aceste trei bobinaje se execută pe aceeaşi carcasă, de 30 mm diametru. L_1 este plasată în centrul carcasei, iar L_2 şi L_3 de o parte şi de alta, la o distanţă de 3 mm de L_1. Dacă există o diferenţă de acord între cele două circuite, aceasta se va compensa prin reglarea trimerilor de compensare de 50 pF, care se găsesc de obicei montaţi pe condensatorii variabili dubli monocomandaţi, ca cel folosit în acest montaj.

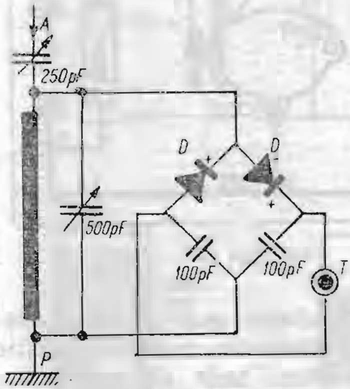


FIG. 125

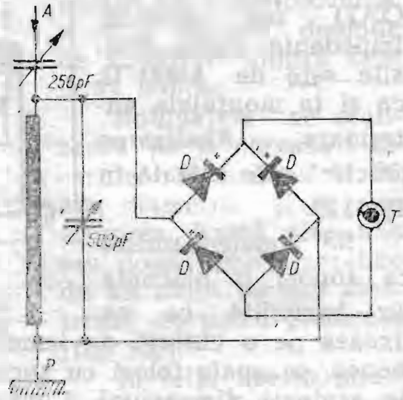


FIG. 126

Montajul 4. A cărui schemă se găseşte la fig. 125 utilizează de asemenea două diode, dar montate pentru dublare de tensiune. Bobina are 100 spire, din conductor de cupru emailat, cu diametrul 0,3 mm, pe o carcasă de 30 mm diametru.

Montajul 5. Pentru a se obţine o audiţie mai bună, se poate aplica schema din fig. 126 care foloseşte patru diode montate în punte.

Radioreceptoare cu tuburi electronice şi reacţie pozitivă

Montajul 6. Foloseşte un tub electronic cu încălzire indirectă, alimentat la reţeaua electrică, funcţionînd în montaj de detecţie cu reacţie pozitivă de tipul E.C.O. Schema de principiu în fig. 127.

Valorile pieselor sînt indicate pe schemă.

Reacţia se dozează prin reglarea tensiunii pe grila-ecran a tubului pentodă, prin potenţiometrul P de 100 kΩ. Menţionăm

un fapt de care trebuie să se țină seama: condensatorul C_2 care decuplează grila-ecran la masă din punct de vedere al radio și audiofrecvenței constituie o condiție necesară pentru funcționarea corectă a unui tub pentodă. Bobinele sînt schimbătoare și identice cu cele arătate în tabelul 14, extensia de bandă obținîndu-se cu condensatorul variabil CV2. Căștile nu sînt montate direct în circuitul anodic, din motive de protecție a radioama-

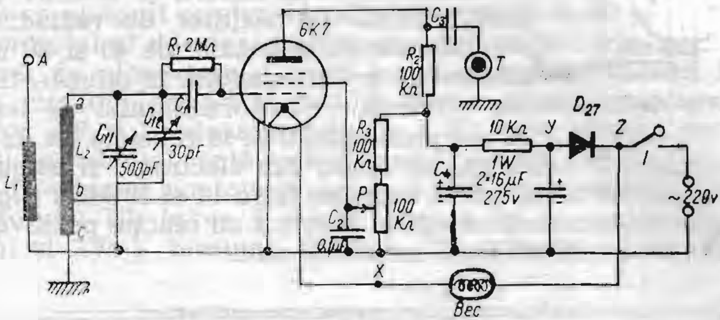


FIG. 127

torului, în eventualitatea unei dezizolații și pentru a evita demagnetizarea căștii în cazul unei greșite conectări. Alimentarea anodică se face prin rezistența R_2, iar curenții de audiofrecvență ajung la căști prin condensatorul C_3.

Alimentarea filamentului se face direct de la rețea printr-un bec de iluminat. S-a ales această soluție fiind mai economică.

Tubul electronic va fi oricare din tipurile: EF80, EF85, EF93, EF94, EF96, 6ЖК7 6ЖК8, 6K3, 6K4, 6K7, 6SK7, 6K9C sau un alt tub cu curent de alimentare de 0,3 A la filament. Becul va fi de 60 W la 220 V.

Alimentarea anodică este asigurată de un redresor simplu fără transformator, compus din diodă redresoare tip OA 210, SFR 154, D7Ж, care nu lasă să treacă decît o semiperioadă, și din filtrul compus din R_4 de 10 KΩ și condensatorul electrolitic dublu de filtraj, $C_4 \ldots C_5$ de $2 \times 16 \mu F$, la 275 V tensiune de lucru.

În cazul cînd se dispune de încă un tub, similar cu cel folosit în montaj, se va putea monta acesta ca diodă redresoare în locul diodei semiconductoare, după schema din fig. 128. Filamentul tubului se va înseria în punctul x de pe schemă. Desigur că se poate folosi și un tub redresor de tipul 30Ц 6C, în care caz becul B va fi de 75 W la 220 V.

Se pot folosi şi alte tuburi, montajul rămînînd acelaşi cu excepţia becului, care va avea caracteristici diferite, după tubul folosit. Pentru tuburi cu un curent de 0,2 A la filament (EF5, EF6, EF9, EF11, EF12, EF13, EF40, EF41 etc.), becul va fi de 40 W, la 220 V, iar pentru tuburi cu un curent de 0,1 A, de 25 W la 220 V. În cazul folosirii a două tuburi RV12 P 2000, becul va fi de 15 W la 220 V.

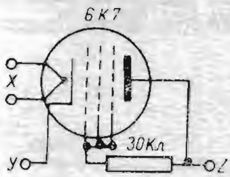


FIG. 128

Montajul este sensibil şi selectiv şi permite recepţii ale staţiilor de radiodifuziune şi radioamatori în benzile de 40 şi 80 m. Staţiile locale pot fi ascultate în difuzor, în acest caz primarul transformatorului de ieşire al difuzorului legîndu-se la capetele lui R_2.

Montajul 7. Foloseşte un singur tub electronic şi asigură recepţia gamei de unde scurte cuprinse între 14 şi 30 MHz (fig. 129). Tubul electronic funcţionează ca detector cu reacţia pozitivă, cu o sensibilitate şi selectivitate surprinzătoare.

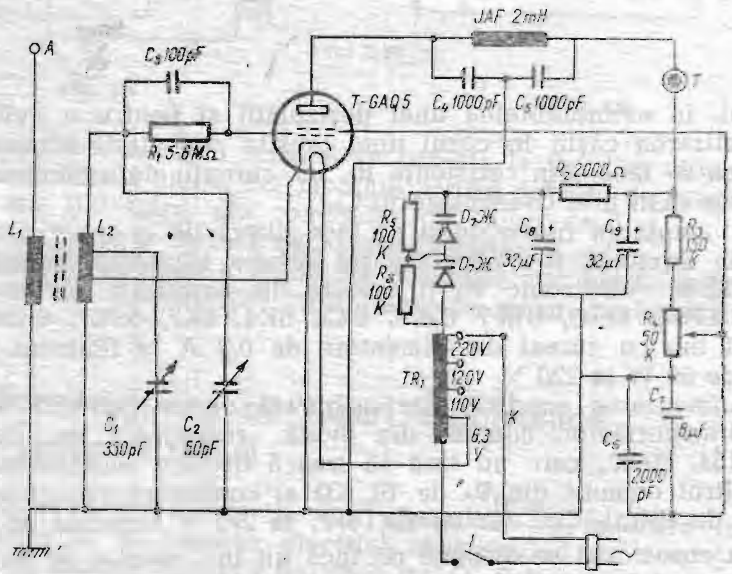


FIG. 129

Reacţia pozitivă foarte stabilă la acest montaj permite o multiplicare a factorului de calitate a circuitului oscilant, ceea

ce asigură sensibilitatea şi selectivitatea deosebite de care am vorbit mai înainte. Tubul electronic folosit este o pentodă de putere, de tipul 6AQ5 sau EL84. Ea asigură o funcţionare stabilă şi rezultate superioare celor cu un tub pentodă obişnuit.

Reacţia pozitivă este de tipul E.C.O., prin conectarea catodului tubului la o priză a bobinei L_2. Acordul circuitului oscilant pe orice frecvenţă cuprinsă între 14 şi 30 MHz se face cu ajutorul condensatorului variabil C_4 de 350 pF, acordul fin, respectiv extensia benzii alese (benzile de radioamatori de 14, 21 şi 28 MHz), se face cu ajutorul condensatorului variabil C_2 de 80 pF.

Controlul şi dozarea reacţiei pozitive se fac prin modificarea tensiunii de alimentare a grilei-ecran cu potenţiometrul R_4.

În circuitul anodic al tubului găsim grupul compus din inductanţa AF şi condensatoarele C_4 şi C_5 care elimină eventualii curenţi de radiofrecvenţă ce mai apar în circuit.

Alimentarea montajului se face prin intermediul autotransformatorului TR_1 (circa 5 W) ce asigură 6,3 V pentru filamentul tubului şi 220 V tensiune anodică. Ca redresor folosim o diodă

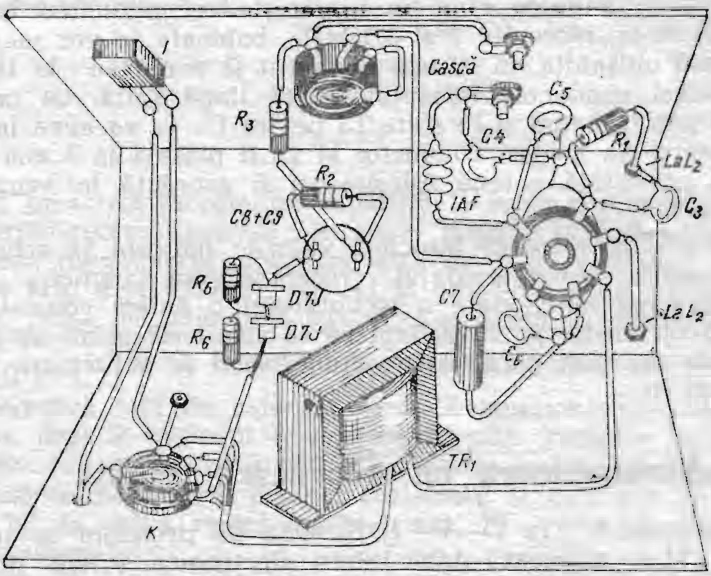


FIG. 130

cu siliciu pentru această tensiune sau două diode de tensiune inversă mai redusă, înseriate cum se arată în schemă.

Montajul practic îl vom executa conform fig. 130, pe un şasiu de aluminiu. Panoul frontal pe care se vor scoate axele condensatoarelor variabile C_1 şi C_2 se confecţionează din material izolant (textolit, sticlă organică sau material plastic). Pe acest panou se fixează de asemenea şi bornele de antenă şi pămînt. Bobinele L_1 şi L_2 se execută pe o carcasă din material plastic cu diametrul 14 mm, prevăzută cu miez reglabil din material feromagnetic, cu diametrul 11...12 mm. L_2 are 11 spire din conductor de cupru cu diametrul de 0,8...1 mm, izolat cu material plastic. Bobina se înfăşoară spiră lîngă spiră, cu priză pentru catoda tubului la spira 3 şi pentru condensatorul variabil C_1 la spira 7. L_1 are 3 spire din acelaşi conductor, înfăşurate una lîngă alta la o distanţă de 3 mm de L_2.

În lipsa carcasei cu miez feromagnetic, putem întrebuinţa o carcasă obişnuită, cu diametrul 20 mm, pe care vom bobina pentru L_2 cinci spire din acelaşi conductor, cu o priză la 1,5 spire pentru catod şi alta la spira 4 pentru condensatorul variabil C_1. L_1 va avea în acest caz 2 spire din acelaşi conductor şi va fi plasată la 3 mm de L_2.

În eventualitatea cînd se urmăreşte recepţionarea benzilor de 40 şi 80 m, respectiv 7 şi 3,5 MHz, bobinele se vor realiza pe o carcasă obişnuită de 20 mm diametru şi vor avea: L_2 19 spire din acelaşi conductor înfăşurate spiră lîngă spiră, cu priză la spira 6 pentru catod şi la spira 13 pentru C_1. L_1 va avea în acest caz 6 spire din acelaşi conductor şi va fi plasată la 3 mm de L_2.

De preferinţă antena folosită va fi acordată în benzile de radioamatori.

Dacă vom respecta întocmai valorile indicate în schemă şi vom executa corect montajul, receptorul va funcţiona de la început. Buna funcţionare a receptorului o putem constata prin intrarea în reacţie pozitivă, fapt ce se manifestă printr-un pocnet urmat de un fîşîit caracteristic atunci cînd se acţionează potenţiometrul R_4.

Radioreceptoare cu amplificare directă

Montajul 8. Tip O—V—1. Schema de principiu se găseşte în fig. 131 şi utilizează două tuburi electronice. Primul tub este o pentodă de radiofrecvenţă (oricare din tipurile EF5, EF6, EF9, EF41, EF42, EF80 sau 6K7 etc.) şi funcţionează ca detector cu reacţie. Cel de al doilea este un amplificator de audiofrecvenţă, făcînd uz de tuburi ca EL 3, EL 42, EL 84, 6V6, 6П6 etc. Alimentarea grilei ecran a primului tub se face prin rezistenţa R_2

ce asigură o mai mare stabilitate a tensiunii de ecran, iar polarizarea grilei de comandă a tubului final, prin rezistența de catod R_5.

La capetele acestei rezistențe există o diferență de potențial rezultată din căderea de tensiune provocată de trecerea curentului anodic și al grilei-ecran. Valoarea ei diferă de la un tub la altul și este egală cu tensiunea de polarizare (negativare)

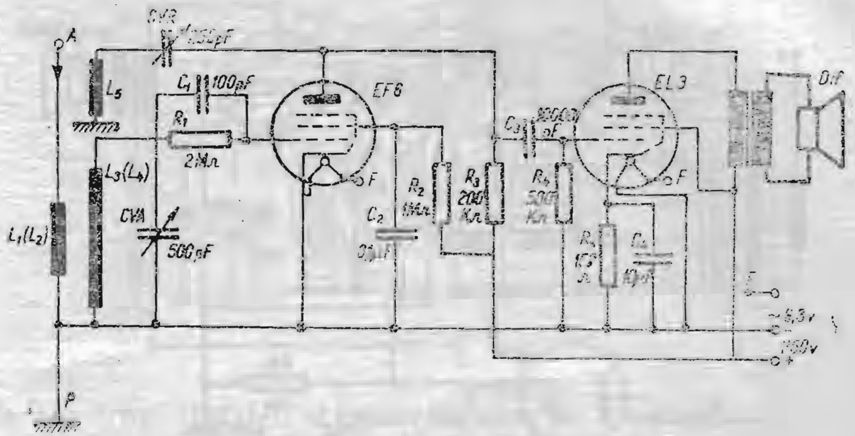


FIG. 131

a grilei, prescrisă în catalog, împărțită la suma curenților anodic și al grilei-ecran. Exemplu: în cazul tubului EL3, tensiunea de polarizare (negativare) prescrisă este de 6 V. Curentul anodic fiind 36 mA, deci 0,036 A, iar cel al grilei-ecran de 4 mA, deci 0,004 A, suma lor reprezintă 0,04 A. Rezistența va avea valoarea $R_5 = \frac{6\ V}{0{,}04\ A} = 150\ \Omega$. Negativarea aplicată astfel grilei, care devine negativă față de catod, determină funcționarea tubului în clasa A, deci la mijlocul caracteristicii sale. Trecerea curenților de radio sau audiofrecvență se face prin condensatorul ce se montează în paralel cu această rezistență și care are 10 000 ... 50 000 pF, în cazul radiofrecvenței sau 10 ... 100 μF, în cazul audiofrecvenței.

Bobinajele sînt schimbătoare sau comutabile, ca acelea de la fig. 122.

Alimentarea se face din orice redresor capabil a asigura 6,3 V și 1,5 A la filament și 250 V și 0,05 A, pentru circuitele anodice.

Montajul 9. O—V—1 cu alimentare universală. Foloseşte de asemenea două tuburi electronice, dar cu alimentare „universală", putînd funcţiona chiar şi la o reţea de curent continu (fig. 132).

Primul tub UF41 este montat ca detector cu reacţie sistem E.C.O. Receptorul poate recepţiona undele scurte, respectiv benzile de radioamatori. Pentru extensia de bandă se foloseşte condensatorul variabil de acord CV avînd o capacitate de 100 pF.

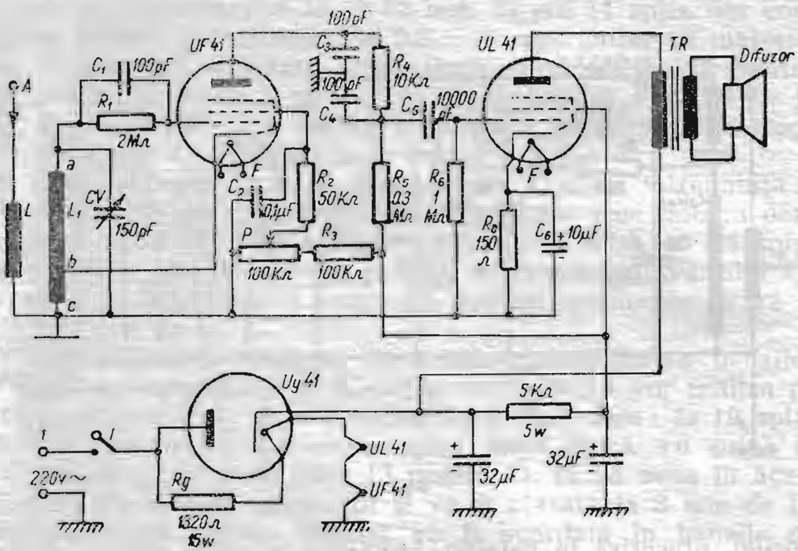


FIG. 132

Bobinele se execută pe o carcasă de 38 mm diametru, cu spire alăturate, conform tabelului 14.

Tabelul 14

Banda m	Număr de spire		Priză de catod la spira
	L	L_1	
20	4	7	1,0
40	7	13	1,5
80	12	27	2,0

Pentru recepţia undelor medii se va folosi un condensator variabil CV de 500 pF, bobina avînd 90 spire cu priză la 10 spire

de la masă. Bobina se poate executa şi pe un miez de ferocart, cu conductor din cupru emailat de 0,15 mm, avînd în acest caz 78 spire din acelaşi conductor.

Dozarea reacţiei se face prin reglarea tensiunii de ecran cu potenţiometrul P. Tubul amplificator de audiofrecvenţă este UL41. Se poate folosi orice difuzor, fiind necesar ca transformatorul lui să fie adecvat tubului UL41. Ca redresoare se foloseşte

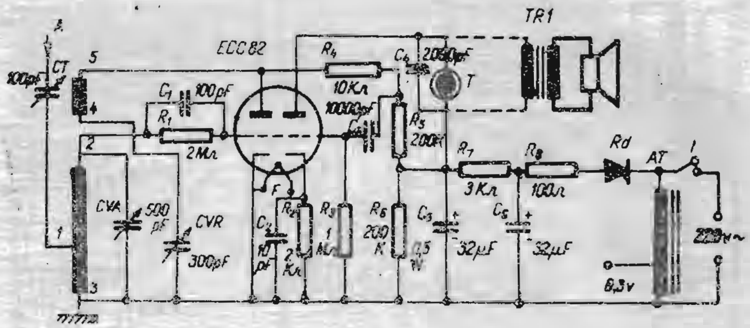


FIG. 133

un tub UY41 (UY1N), al cărui filament se alimentează în serie cu cele ale tuburilor UF41 şi UL41. Ca detector poate fi folosită orice altă pentodă de radiofrecvenţă, din seria U, iar ca finală orice altă pentodă de putere din aceeaşi serie.

Montajul 10. O—V—1 cu tub electronic dublu. Schema de principiu este arătată la fig. 133. Montajul foloseşte un tub electronic de tipul ECC82, ECC83, ECC85, 6H3П, 6H8C, 6H9C etc., care conţin în acelaşi balon de sticlă două triode. Prima triodă este montată ca detectoare cu reacţie cu bobine schimbătoare şi poate lucra atît pe unde medii, cît şi pe benzile de radioamatori.

Cea de a doua triodă este montată ca amplificatoare de audiofrecvenţă şi asigură recepţia în căşti sau în difuzor pentru posturile puternice. Ca redresoare se folosesc două diode sau un redresor cu seleniu pentru 220 V.

Pentru recepţia undelor scurte şi în special a benzilor de radioamatori, circuitul acordat trebuie să asigure o variaţie lentă a frecvenţei de acord. Pentru aceasta se folosesc condensatoare variabile cu capacităţi mai mici de 100 . . . 150 pF sau un condensator obişnuit, avînd în paralel unul variabil de capacitate mică de 30 . . . 50 pF, pentru extensia benzii.

Comutatoarele, prin izolamentul lor (care uneori este destul de slab), produc pierderi în gama undelor scurte. De aceea cele mai bune rezultate se obţin cu bobine schimbătoare. Bobinele se execută pe carcase de calit sau steatit şi numai în lipsă pe carcase obişnuite. Ele se prind rigid în culoturi cu cinci piciorușe.

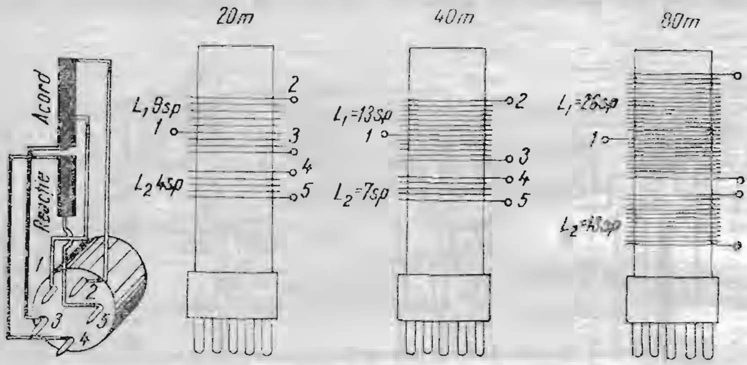


FIG. 134

Bobinele pentru benzile de radioamatori se execută, ca în fig. 134, din conductor de cupru emailat, cu grosimea de 0,8 mm, pe carcase de 30 mm diametru şi au următorul număr de spire:

Banda de 20 m: L_1 are 9 spire, cu distanţa 0,8 mm una de alta, cu priză la spira 4 de la masă; L_2 are 4 spire.

Banda de 40 m: L_1 are 13 spire alăturate, cu priză la spira 5; L_2 are 7 spire.

Banda de 80 m: L_1 are 26 spire alăturate, cu priză la spira 8; L_2 are 13 spire.

Distanţa între L_1 şi L_2 va fi de 4 mm pentru toate benzile.

Pentru recepţia undelor medii, condensatorul variabil de acord va fi de 500 pF, iar bobinele se vor realiza pe un miez de ferocart de 10 mm diametru, din conductor de cupru emailat, cu diametrul 0,15 mm şi vor avea: L_1—90 spire cu priză la spira 30 de la masă, iar L_2 — 28 spire în şanţul alăturat al carcasei. Miezul cu bobinajele se prinde de asemenea într-un culot cu cinci piciorușe.

Montajul se realizează pe un şasiu din tablă de aluminiu de 1 mm grosime cu dimensiunile 180/50 mm, ca în fig. 135. Se va prevedea şi un panou frontal de 180/75/100 mm. Şasiul cu panoul se introduc într-o cutie de lemn, cu dimensiunile corespunzătoare.

Se poate folosi și un tub ACL11 sau ECL80 în care caz rezistența de negativare R_2 va avea 300 Ω, iar grila-ecran a pentodei finale se va lega la polul pozitiv al condensatorului C_5. În acest caz, amplificarea de audiofrecvență fiind mai mare, recepția se va putea face permanent în difuzor.

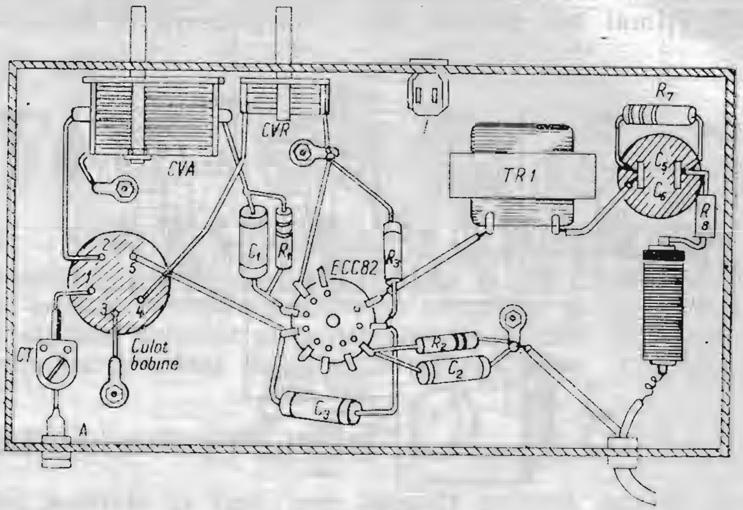


FIG. 135

Montajul 11. O-V-1. Funcționează după același principiu ca și montajul 10, cu deosebirea că tubul electronic dublu, de tipul UCL82, se alimentează universal împreună cu tubul redresor UY85 sau UYIN. Valorile elementelor sînt indicate în schema din fig. 136, bobinele ca și benzile recepționate fiind identice cu

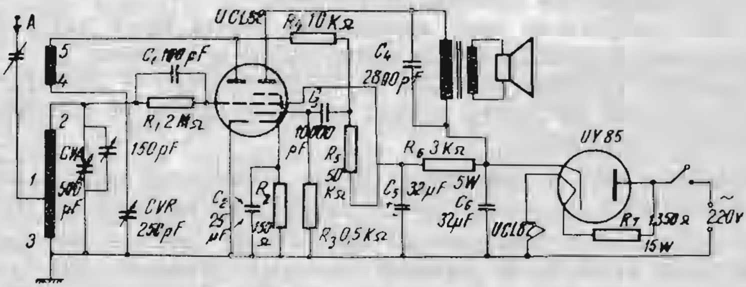


FIG. 136

cele ale montajului 10. Deosebirea constă în folosirea a două condensatoare variabile, unul de 500 pF pentru unde medii și altul de 150 pF pentru benzile de radioamatori. Cînd se lucrează cu unul din condensatoare, celălalt va fi deschis complet.

Montajul 12. 1-V-2. Montaj cu amplificare directă, echipat cu patru tuburi electronice noval (cu nouă piciorușe), ilustrat în fig. 137. Primul tub pentodă EF85 funcționează ca amplificator

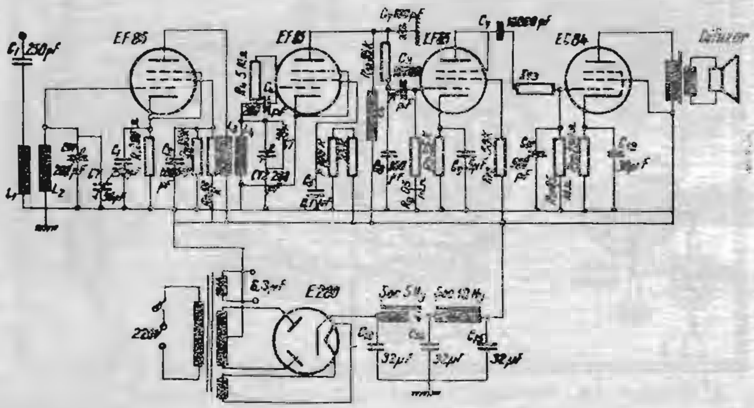


FIG. 137

de radiofrecvență, al doilea, ca detector, în montaj E.C.O., al treilea, ca triodă amplificatoare de audiofrecvență și al patrulea, o pentodă EL84, ca amplificatoare de audiofrecvență de putere, permițînd recepția în difuzor. Recepția în căști se poate face între punctul X, arătat în schemă, și masă. Dacă recepția se va face numai în căști, se poate renunța la etajul de putere cu EL84. Valorile pieselor sînt indicate pe schemă.

Pentru asigurarea unei recepții de foarte bună calitate, alimentarea este prevăzută cu un filtraj dublu la redresor.

Aparatul permite recepția în bune condiții a stațiilor de radioamatori de pe întreg globul în telegrafie și a stațiilor mai puternice în telefonie.

Bobinele sînt schimbătoare și se bobinează pe carcase de 38 mm diametru cu conductor de cupru emailat gros de 0,8 mm.

L_1 și L_2 vor fi bobinate pe un rînd de carcase, iar L_3 și L_4 pe alt rînd. L_1 și L_3 se execută cu spire alăturate, iar L_2 și L_4 cu spire distanțate la 0,8 mm una de alta. Distanța dintre L_1 și L_2 și dintre L_3 și L_4 va fi de 3 mm.

În tabelul 15 sînt prezentate datele pentru cele cinci benzi de radioamatori. Bobinele se fixează în culoturi cu cinci piciorușe.

Tabelul 15

Banda m	Număr spire				Priza de catod la spira
	L_1	L_2	L_3	L_4	
10—15	2	3	3	3	0,5
20	3	6	5	6	0,5
40	5	11	9	11	1,0
80	6	21	15	21	2,0

Benzile de radioamatori de 10 și 15 m pot fi recepționate cu aceeași bobină. Recepția stațiilor în telegrafie se va face dozînd reacția etajului detector peste punctul de acroșaj. Alinierea celor două circuite acordate se va face prin reglarea trimerilor CT.

Radioreceptoare „reflex"

Sînt montaje în care, prin anumite artificii, un tub electronic poate îndeplini mai multe funcții (de exemplu poate fi și amplificator de radiofrecvență și de audiofrecvență). De aceea montajele reflex folosesc un număr redus de tuburi electronice, rezultatele lor fiind de obicei surprinzătoare. În continuare prezentăm cîteva montaje de acest tip.

Montajul 13. Schema de principiu este arătată la fig 138. Deși folosește numai un tub electronic, de tipul EABC80 sau echivalentul său american 6T8 (diodă-dublă diodă-triodă), acesta îndeplinește funcțiile de: amplificatoare de radiofrecvență, amplificatoare de audiofrecvență și redresoare.

Să vedem cum funcționează acest montaj. Curentul de radiofrecvență din circuitul acordat L_1—CV_1 este aplicat prin condensatorul fix de 100 pF, pe grila tubului triodă, care funcționează ca amplificator de radiofrecvență. În circuitul anodic al triodei găsim curentul de radiofrecvență amplificat. Cu ajutorul circuitului acordat L_2—CV_2 se face o selecție suplimentară, iar curentul de radiofrecvență din acest circuit trece prin condensatorul C_4 la una din diode, unde se produce detecția. Rezistența R_3 lucrează ca o bobină de șoc de radiofrecvență. Eventualul curent de radiofrecvență care trece prin R_3 este dirijat la masă prin condensa-

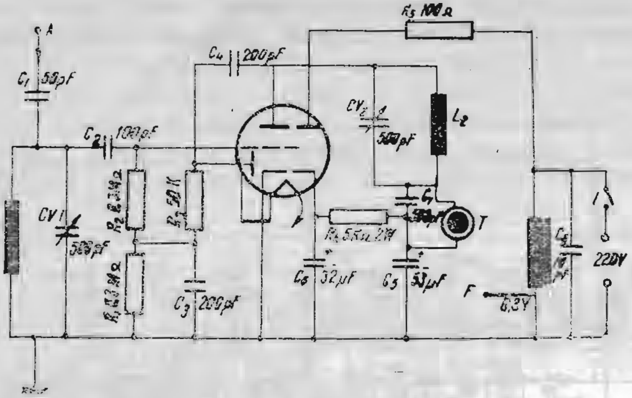


FIG. 138

torul de 200 pF. Curentul de audiofrecvență ce apare la capetele rezistenței R_1 este aplicat prin intermediul rezistenței R_2 pe grila de comandă a triodei, care lucrează acum ca amplificatoare de audiofrecvență. În circuitul anodic al triodei curentul de audiofrecvență trece prin bobinajul L_2 (care pentru audiofrecvență se prezintă ca un simplu conductor) și ajunge la căștile telefonice, unde este transformat în vibrații sonore. Dioda separată din tub îndeplinește rolul de redresoare, asigurînd alimentarea anodică a montajului prin filtrul compus din rezistența R_4 și condensatoarele electrolitice C_5 și C_6. Montajul este foarte simplu și, datorită celor două circuite acordate, are o selectivitate bună, iar funcționarea triodei ca amplificator și de radio și de audiofrecvență îi asigură o sensibilitate bună, deși folosim un singur tub electronic.

Bobinele L_1 și L_2 vor fi identice. Pentru undele medii, ele au 90 spire alăturate, din conductor de cupru emailat, diametrul 0,3 mm înfășurat pe carcasă de 20 mm diametru. Rezultate și mai bune se obțin cu bobine cu miez reglabil de ferocart, avînd tot 90 spire bobinate alăturat și în straturi suprapuse, în șanțurile carcasei. Alinierea celor două circuite acordate se face prin reglarea miezurilor de ferocart. În fig. 139 este arătată realizarea practică a montajului. De remarcat că una din bobine (L_1) se va fixa sub șasiu, iar L_2 deasupra, pentru a se evita cuplajele parazite și intrarea în oscilație a triodei.

În lipsa tubului indicat se poate folosi orice dublă diodă-triodă, cum ar fi: 6Г 1, 6Г 2, 6Г7, EBC3, EBC11, EBC41, EBC91

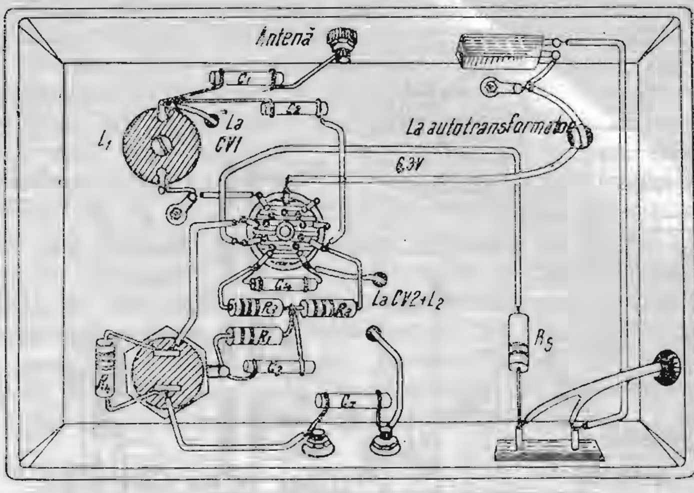


FIG. 139

etc., fiind însă necesar în acest caz ca funcția de redresor să fie îndeplinită de diode redresoare cu germaniu, siliciu sau un redresor cu seleniu.

Montajul 14. Radioreceptor reflex tip 1-V-1 (fig. 140). Folosește de asemenea un tub electronic multiplu : o triodă-pentodă de tipul ECL 80 sau 6 Ф III. Rezultatele sînt superioare montajului anterior, atît ca selectivitate, cît și ca sensibilitate. Datorită acestui fapt poate fi folosit în bune condiții pentru recepția benzilor de radioamatori.

Este un montaj simplu și eficace, oferind rezultate echivalente cu cele ale unui montaj 1-V-1 echipat cu trei tuburi electronice separate.

Curentul de radiofrecvență din circuitul acordat L_1—CT_2 se aplică grilei de comandă a pentodei, care îndeplinește rolul de amplificatoare de radiofrecvență. În circuitul anodic al pentodei are loc o selecție suplimentară dată de circuitul acordat L—CV—CT_3. Curentul de radiofrecvență este aplicat apoi pe grila triodei, care îndeplinește funcția de detectoare cu reacție.

Dozajul reacției se face prin condensatorul variabil CVR. În circuitul anodic apare curentul de audiofrecvență care trece prin bobina de reacție L_3, dar este oprit la capetele rezistenței R_4, fiind aplicat prin condensatorul C_8 și bobina L_1 din nou pe

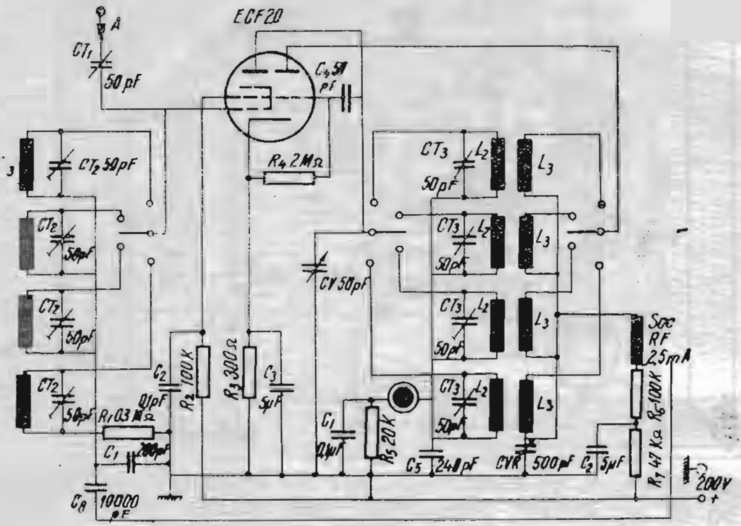


FIG. 110

grila de comandă a pentodei, care acum îndeplineşte funcţia de amplificatoare de audiofrecvenţă.

Curentul de audiofrecvenţă amplificat în circuitul anodic al pentodei trece prin bobina L_2 şi se aplică la căşti. De remarcat că circuitele de radiofrecvenţă sînt închise la masă prin condensatoarele de capacitate mică C_1 şi C_5, care însă nu prezintă o reactanţă capacitivă suficient de mare pentru curentul de audiofrecvenţă. Un amănunt interesant îl constituie faptul că montajul are un condensator variabil cu aer de 50 pF numai pentru cel de-al doilea circuit acordat, primul circuit dispunînd doar de condensatoare trimer, pentru acordarea o dată pentru totdeauna în mijlocul benzii respective. Se simplifică astfel mult reglajul şi nu mai este necesar un condensator dublu, cu aer, de capacitate mică.

Pentru reglare se va aduce etajul detector la limita de acroşaj, prin dozarea reacţiei şi se va roti CV pînă la recepţia unei staţii de radioamator în mijlocul benzii respective. În prealabil se va regla condensatorul trimer CT_3 pentru ca prin schimbarea capacităţii lui CV de la minim la maxim să se acopere întreaga bandă. Se va regla apoi condensatorul trimer CT_2 pînă la audiţia maximă. Se va proceda astfel pentru fiecare bandă în parte.

Se va stabili valoarea optimă a condensatorului trimer CT_1, care influenţează acordul. Pentru fiecare schimbare a valorii sale este nevoie de un retuş al reglajului lui CT_2. Reglarea lui CT_2, are ca scop găsirea cuplajului optim cu antena.

Acordul fix al primului circuit acordat va da o oarecare atenuare spre capetele benzii respective. De aceea, după preferinţa radioamatorului, acordul se va face fie în mijlocul benzii telegrafice, fie al celei telefonice. Se va folosi un comutator de calitate sau bobine schimbătoare. Bobinele L_1 şi L_2 nu vor fi montate în apropiere pentru a se evita oscilaţiile parazite. De preferinţă se vor aşeza cu axele carcaselor perpendiculare.

În tabelul 16 sînt prezentate datele de confecţionare a bobinelor. Acestea se realizează pe carcase de 20 mm diametru, cu conductor din cupru emailat cu diametrul 0,5 mm. L_2 se va găsi la 4 mm de L_3, amîndouă fiind pe aceeaşi carcasă.

Tabelul 16

Bobina	Banda MHz	Număr d spire	Lungimea bobinajului, mm
L_1	21	6	4
L_1	14	9	4,5
L_1	7	20	12
L_1	3,5	40	20
L_2	21	6	4
L_2	14	9	4,5
L_2	7	18	9
L_2	3,5	38	19
L_3	21	4	2
L_3	14	5	2,5
L_3	7	14	7
L_3	3,5	18	9

Recepţia telegrafică se va face cu etajul detector în acroşaj, iar cea telefonică, sub limita de acroşaj.

Alimentarea se face dintr-un redresor capabil să furnizeze 200 V la 50 mA şi 6,3 V la 1 A pentru filamente.

Radioreceptor cu superreacţie

Pentru cristalizarea fenomenului, repetăm că „superreacţia" este tot o reacţie pozitivă. De obicei tubul electronic este montat ca oscilator pe o frecvenţă, supraaudibilă, de peste 16 000 Hz,

elementele schemei fiind astfel alese încît tubul să se găsească pe punctul de acroşaj. Dacă se introduce din afară un semnal, acesta provoacă o reacţie suplimentară şi transformă etajul în autooscilator. În lipsa acestui semnal, reacţia devine insuficientă şi oscilaţiile pe frecvenţa supraaudibilă se amortizează. Astfel tubul electronic se află continuu în preajma acroşajului, declanşarea lui de către curenţii de radiofrecvenţă veniţi din antenă fiind oprită după ce atinge un maxim în ritmul frecvenţei suplimentare supraaudibile. Funcţionarea oscilatorului cu superreacţie se bazează pe faptul că oscilaţiile şi respectiv trenurile de frecvenţă pe care le generează sînt comandate de semnalul recepţionat, fiind proporţionale cu acesta, dar cu mult mai mari. Uneori oscilaţiile auxiliare pe frecvenţă supraaudibilă sînt generate de un tub electronic separat, alteori chiar în tubul detector".

Montajul 15 este format dintr-un etaj detector cu superreacţie cu autoblocare şi un etaj amplificator de audiofrecvenţă, montate pe cele două triode ale unui tub 6ЖK6, ECC83 sau 6H3П. Se pot recepţiona emisiuni modulate în amplitudine pe frecvenţe de la 40 MHz pînă la 150 MHz, inclusiv cele trei posturi naţionale cu modulaţie în frecvenţă (fig. 141). Bobinele se confecţionează astfel: pentru benzile de 42 ... 55 MHz, 60 ... 80 MHz şi 88 ... 100 MHz înfăşurările se fac pe aceeaşi carcasă, între L şi L_1 lăsîndu-se o distanţă de 8 mm, 4 mm, respectiv 5 mm. Pentru toate benzile L are 2 spire, bobinate pe o lungime de 5 mm.

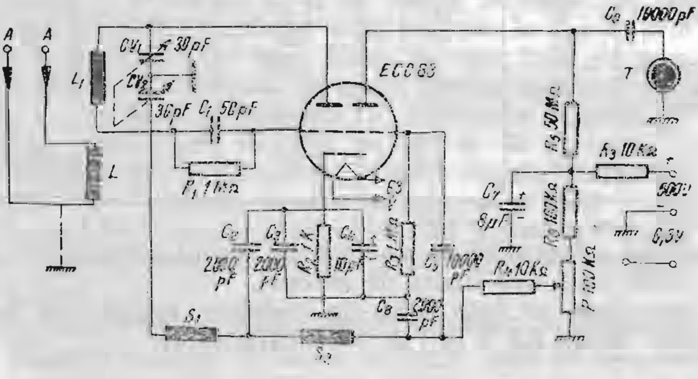


FIG. 141

Pentru banda de 42 ... 55 MHz L_1 are 10 spire (lungimea bobinajului 30 mm); pentru banda de 60 ... 80 MHz are 8 spire (lungimea bobinajului 27 mm); pentru banda de 88 ... 100 MHz are

6 spire (lungimea bobinajului 25 mm). Condensatorul variabil dublu se poate confecționa dintr-unul dublu, de cîte 500 pF, căruia i se lasă la stator numai cîte două lame, sau se poate înlocui cu două condensatoare trimer, ce se acordează pe emisiunea dorită. Eventual se poate utiliza un miez cilindric de cupru, care prin introducerea în bobină schimbă frecvența de acord.

Șocul S_1 se confecționează din conductor de cupru izolat cu mătase, cu un diametru de 0,15 mm, pe o carcasă ceramică de 8...10 mm diametru. El are în total 65 spire, în grupe, și anume: 5, 10, 20 și 30 spire, între grupe lăsîndu-se o distanță de 3 mm. S_2 are 1 000 spire bobinate în fagure, din conductor de cupru izolat cu mătase, cu diametrul de 0,08 mm, pe o carcasă de 8 mm diametru.

Antena folosită va fi de preferință un dipol cu brațele egale, de cîte 1,20 m fiecare sau orice antenă obișnuită.

Radioreceptoare superheterodină

Principiul schimbării de frecvență, respectiv de funcționare a montajelor superheterodină a fost explicat la capitolele anterioare. Avantajele lor — o sensibilitate și o selectivitate mult mai mari ca ale montajelor cu amplificare directă — au determinat folosirea acestora aproape în exclusivitate atunci cînd se dispune de materialele și experiența practică și teoretică necesare.

Montajul 16. Acest radioreceptor, a cărui schemă este dată în fig. 142, prezintă interes deoarece cu un singur tub pot fi îndeplinite mai multe funcțiuni: oscilator, schimbător de frecvență, detector cu reacție pozitivă și amplificator de audiofrecvență. Lucrul acesta devine posibil prin utilizarea metodei reflex.

După modul de realizare a bobinelor, receptorul poate funcționa în două game de unde scurte: 15...50 m și 40...90 m, sau în trei game care acoperă cîte o bandă de radioamatori: 20, 40 și 80 m.

Tubul electronic T_1, care îndeplinește toate funcțiunile arătate, este o triodă-heptodă.

Catodul, prima grilă și grila-ecran a heptodei formează oscilatorul local, cu cuplaj cu priză pe inductanță (Hartley). Schimbarea gamei de lucru se face prin intermediul secțiunilor K_{1b} și K_{1c} ale unui comutator cu 4 secțiuni. Condensatoarele variabile C_6 și C_7 asigură acordul brut și fin al oscilatorului, iar condensatorul C_5 este un condensator de „scurtare" (padding) care îmbunătățește alinierea circuitelor receptorului în toată gama de

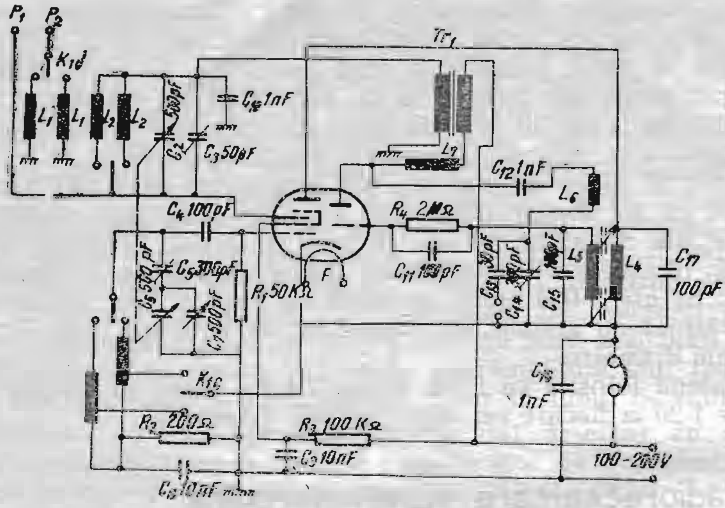


FIG. 142

lucru. Grupul R_2, C_8 produce negativarea automată a grilei schimbătorului de frecvenţă (g_3).

Cuplajul cu antena se poate face în două moduri: prin capacitatea de cuplaj C_1, care permite reglarea cuplajului, sau prin inductanţa L_1.

Semnalele în circuitul de intrare al receptorului se aplică pe grila a treia a heptodei. Deoarece curentul anodic este comandat simultan de tensiunile primei şi celei de-a treia grile, heptoda produce şi schimbarea de frecvenţă. Frecvenţa intermediară rezultată este selectată de transformatorul de frecvenţă intermediară L_4, L_5, acordat pe frecvenţa de 473 kHz.

Secţiunea triodă a tubului T_1 funcţionează ca detector cu reacţie pozitivă. Reacţia pozitivă se realizează prin bobina L_6, plasată în apropierea bobinei L_5 din circuitul de grilă. Condensatorul de reacţie C_{14} se reglează odată cu punerea în funcţiune a receptorului, la limita intrării în oscilaţie a etajului. Pentru recepţia semnalelor de telegrafie nemodulată, se închide întreruptorul K_2 ceea ce face ca detectorul să intre în oscilaţie. Dacă frecvenţa semnalelor telegrafice este puţin diferită de frecvenţa de oscilaţie a detectorului cu reacţie, apar bătăi care, avînd frecvenţă joasă, pot fi auzite în cască.

Bobina de şoc L_7, care împiedică trecerea oscilaţiilor de frecvenţă intermediară, are o reactanţă neglijabilă la frecvenţe audio şi permite trecerea semnalelor de audiofrecvenţă la transformatorul Tr_1. Cu ajutorul acestui transformator semnalele de audiofrecvenţă se aplică din nou pe grila a treia a heptodei. Heptoda amplifică semnalele de audiofrecvenţă, care ajung la casca conectată în circuitul anodic. Condensatoarele C_9 şi C_{16} au rolul de a separa oscilaţiile de frecvenţe înalte de cele de audiofrecvenţă.

Datele constructive ale bobinelor L_1, L_2, L_3 sînt prezentate în tabelul 17.

Tabelul 17

Bobina	Gama MHz	Diametrul conductorului CuEm mm	Număr spire	Număr spire (priză)	Observaţii
L_1	6 —20	0,3	4	—	Distanţa dintre L_1 şi L_2 = 4 mm
L_1	3,3— 7,5	0,3	7	—	
L_2	6 —20	0,5	7	—	Înfăşurări spire adiacente
L_2	3,3— 7,5	0,5	18	—	Diametrul carcasei 20 mm
L_3	6 —20	0,5	7	3	Numărul spirei pentru priză socotit
L_3	3,3— 7,5	0,5	18	5	de la masă

Carcasele utilizate sînt fără miez magnetic, realizate dintr-un material dielectric cu pierderi mici şi puţin higroscopic (ceramică, polistiren).

Dacă se urmăreşte ca radioreceptorul să fie folosit numai pentru recepţionarea benzilor de amatori, condensatorul variabil dublu C_2, C_6 se elimină. În circuitul de intrare rămîne numai condensatorul semireglabil C_3, în circuitul oscilatorului se scurtcircuitează C_5, iar în locul condensatorului C_6 se introduce un condensator fix de 50 pF, în paralel cu un condensator ajustabil (trimer) de 50 pF.

Acordul receptorului se face cu ajutorul condensatorului variabil C_7 de 50 pF. Bobinele L_1, L_2, L_3 vor fi realizate în acest caz conform datelor din tabelul 18.

Tabelul 15

Bobina	Gama MHz	Diametrul conductorului CuEm mm	Număr spire	Număr spire (priza)	Observații
L_1	14	0,3	4	—	Distanța dintre L_1 și L_2 = 4 mm
L_1	7	0,3	7	—	
L_1	3,5	0,3	14	—	
L_2	14	0,5	9	—	Înfășurări spire adiacente
L_2	7	0,5	19	—	
L_2	3,5	0,5	39	—	Diametrul carcasei 20 mm
L_3	14	0,5	9	3	
L_3	7	0,5	18	5	
L_3	3,5	0,5	36	8	

Bobina de șoc L_7 are 4×80 spire din conductor CuEm ∅ 0,1 mm, bobinate în cei patru galeți ai unei carcase cu miez magnetic, de fabricație „Electronica".

Deoarece în comerț există mai multe tipuri de filtre de frecvență intermediară, se recomandă utilizarea unui asemenea exemplar construit de fabrică (pentru L_4, L_5). Bobina de reacție L_6 se montează la distanța de aproximativ 5 mm de bobina secundară L_5, coaxial cu aceasta. Dacă pe carcasa bobinei L_5 nu mai este loc suficient, L_6 se înfășoară pe un mic suport cilindric din preșpan, fixat de carcasă. Bobina are aproximativ 70 spire din conductor CuEm ∅ 0,1 mm. Este de preferat bobinajul în fagure (utilizînd în acest caz conductor izolat cu mătase, pentru ca spirele să nu alunece), dar se poate bobina și liber, cu mîna.

Dacă totuși este necesară realizarea filtrului de frecvență intermediară L_4, L_5 de către radioamator, el poate fi confecționat pe două carcase cilindrice prevăzute cu miez magnetic, cu diametrul de 8 mm. Bobinele se execută pe o lățime de 5 mm, între două rondele izolatoare lipite de carcasă. Fiecare bobină are un număr de 300 spire, din conductor CuEm ∅ 0,15 mm. Cele două carcase se fixează pe o placă de pertinax, cu axele paralele, situate la distanța de 20 mm.

Condensatoarele de acord C_{15} și C_{17} sînt condensatoare ceramice, cu capacitatea de 100 pF.

Transformatorul Tr_1 este un transformator de audiofrecvență, de construcție obișnuită, avînd raportul de transformare de 1:3 — 1:5 și înfășurarea cu numărul mai mare de spire în secundar.

Tubul electronic utilizat în montaj este de tipul ECH81, ECH21, 6 И 1 П etc. Se pot folosi și tuburi din seria U (de exemplu UCH21), în care caz filamentul tubului se alimentează direct de la rețea printr-o rezistență de limitare de 1 000 Ω (12 W) pentru tensiunea de 120 V și 2 000 Ω (25 W) pentru tensiunea de 220 V.

Pentru alimentarea anodică, receptorul necesită o tensiune de aproximativ 200 V și absoarbe un curent de 10...15 mA.

Dacă filtrul de frecvență intermediară a fost construit de radioamator sau a fost realizat în fabrică, dar are miezurile dereglate, este util ca, înaintea montării lui în aparat, să fie acordat cu aproximație pe frecvența de 473 kHz. Celelalte operații de aliniere a circuitelor receptorului decurg după cum se arată în cele ce urmează. Se determină frecvența de lucru a oscilatorului cu ajutorul unui radioreceptor cu scara corect etalonată. Pentru aceasta, în borna de antenă a radioreceptorului etalon se introduce un fir petrecut primprejurul bobinelor oscilatorului. Radioreceptorul indică coincidența frecvenței de acord cu frecvența de lucru a oscilatorului, prin îngustarea sectorului întunecos al indicatorului de acord. Frecvența de lucru a oscilatorului local este cu 473 kHz mai înaltă decît frecvența de recepție. De exemplu, la recepționarea unui semnal de 7 MHz frecvența oscilatorului local este de 7,47 MHz.

Frecvența de lucru a oscilatorului se reglează cu ajutorul trimerilor. Se trece apoi la alinierea circuitului de intrare cu ajutorul condensatorului semireglabil C_3 pentru maximum de recepție. Urmează reglarea definitivă a filtrului de frecvență intermediară. Pentru aceasta se stabilește reacția și rotind miezul bobinei L_4 se caută maximum de sensibilitate.

Apoi se reglează reacția (cu C_{14}) pînă la pragul intrării în oscilație (comutatorul K_2 deschis). La închiderea comutatorului K_2 oscilațiile trebuie să apară fără micșorarea sensibilității.

Montajul 17 este o superheterodină simplă, folosind numai două tuburi electronice (fig. 143). Curentul de radiofrecvență din antenă, selectat de circuitul acordat L_2—C_3, este aplicat grilei de comandă a hexodei tubului electronic UCH11. În interiorul hexodei se aplică pe grila 3 și oscilația locală, produsă de trioda tubului UCH11.

Semnalul rezultat prin heterodinare și care are o frecvență constantă, de cca 475 kHz, se aplică circuitului L_5C_{13} acordat pe această frecvență. De la capetele acestui circuit, semnalele de frecvență intermediară sînt aplicate triodei din tubul electro-

nic UCL11, care funcţionează ca detectoare cu reacţie. Reacţia se obţine cu bobina L_6 şi măreşte considerabil sensibilitatea şi selectivitatea montajului. Dozarea reacţiei se face prin reglarea condensatorului variabil C_{14}.

Semnalele de audiofrecvenţă, rezultate în circuitul anodic al triodei după detecţie, sînt aplicate prin C_{18} grilei de comandă a pentodei din tubul UCL_{11}, care funcţionează ca amplificatoare

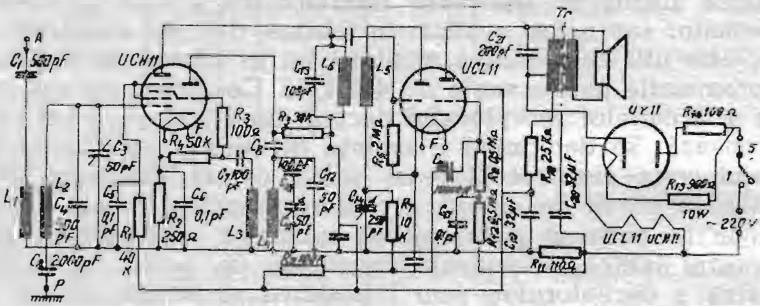


FIG. 143

de audiofrecvenţă. Apoi semnalele ajung prin intermediul transformatorului TR la un difuzor de 1 . . . 2 W. Acest transformator este puţin diferit de cele obişnuite, în sensul că dispune de o priză unde se aplică tensiunea anodică. Porţiunea inferioară a bobinajului îndeplineşte rolul de bobină de şoc de filtraj. Acesta compensează în bună parte fluxul de magnetizare al miezului de fier, ceea ce permite micşorarea acestuia. El elimină necesitatea şocului de filtraj şi produce o compensare a brumului indus în secundar.

Alimentarea tuburilor se face universal. Filamentele tuburilor UCH11 şi UCL11 sînt legate în serie cu filamentul tubului redresor UY11 sau UY1N şi cu o rezistenţă de reducere R_{13}.

Tensiunea de negativare a pentodei finale se obţine cu ajutorul rezistenţei R_{11} prin care circulă tot curentul anodic al receptorului. Condensatoarele variabile C_4 şi C_{11} sînt pe acelaşi ax, fiind acţionate printr-un sistem de multiplicare, constituit dintr-un tambur ce se mişcă în faţa unei coroane semicirculare (pe care se pot nota lungimile de undă sau chiar staţiile de emisie), un ax de comandă şi o sfoară de scală ce face legătura între aceste elemente.

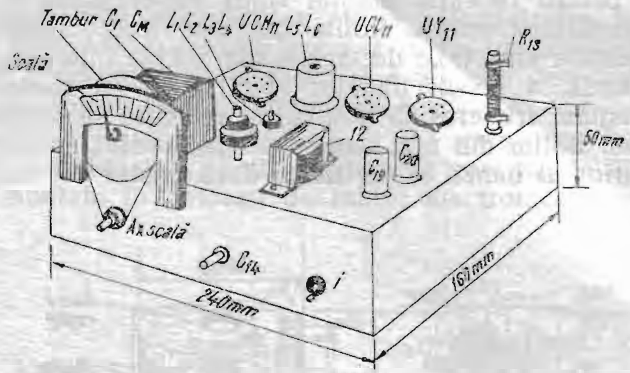


FIG. 144

Montajul practic se realizează ca în fig. 144, iar bobinele, ca în fig. 145, după datele din tabelul 19. Pentru recepția benzilor de radioamatori se realizează bobine adecvate.

Tabelul 19

Bobina	Număr de spire	Felul conductorului		Carcasa bobinei		Observații
		Diametrul mm	Izolația	Diametrul, mm	Miezul	
L_1	200	0,1	Email	8	—	La 5 mm de L_2
L_2	100	0,15	2 × mătase	8	Ferocart	Lungime 5 mm
L_3	25	0,1	Mătase	8	—	Lungime 4 mm
L_4	70	0,15	2 × mătase	8	Ferocart	Lungime 5 mm
L_5	300	0,15	2 × mătase	8	Ferocart	Lungime 5 mm
L_6	50	0,1	Mătase	8	—	Lungime 4 mm

Toate bobinele sînt de tip fagure.

Una din problemele cele mai importante la un montaj superheterodină este alinierea circuitelor. Pentru aceasta vom proceda astfel : vom conecta antena direct la grila hexodei, prin intermediul unui condensator fix de 200 pF. Se reglează reacția pozitivă pînă la limita de acroșaj, prin acționarea condensatorului C_{14}. Rotim axul condensatorului variabil dublu pînă la recepția stației de emisie București II, de pe frecvența 854 kHz. Reglăm miezul de ferocart al bobinei oscilatorului (L_4) pînă cînd poziția

de acord pentru recepţia acestei staţii va corespunde cu aproximativ jumătatea scalei. Rotim din nou axul condensatorului pînă la recepţia unui post de emisie din partea inferioară, ca lungime de undă, a benzii undelor medii (200 m, respectiv 1 500 kHz), şi reglăm trimerul C_9 pentru ca recepţia să se facă la capătul scalei. Rotim din nou axul condensatorului dublu către capătul superior al benzii şi verificăm dacă postul de emisie Buda-

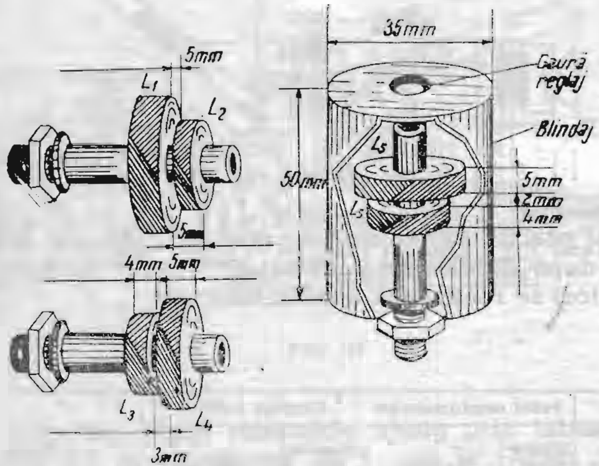


FIG. 145

pesta sau Bucureşti I se află în apropierea capătului scalei. În caz contrar facem un retuş al reglajului trimerului C_9. După aceste reglaje deconectăm condensatorul de 200 pF de la grila hexodei şi conectăm antena la borna normală A. Trecem pe recepţia postului Bucureşti II (854 kHz) şi reglăm miezul de ferocart al bobinei L_2 pînă la audiţia maximă.

Trecem apoi cu acordul pe capătul inferior al benzii (200 m, respectiv 1 500 kHz), recepţionînd o staţie (de exemplu Craiova, pe 202 m) şi reglăm condensatorul trimer C_3 pînă la audiţie maximă; cu aceasta putem considera alinierea circuitelor terminată.

Montajul 18 este destinat recepţiei benzilor de radioamatori şi schema sa de principiu se găseşte în fig. 146. În afara etajului schimbător de frecvenţă, echipat cu tubul ECH11, găsim un etaj amplificator de frecvenţă intermediară echipat cu tubul 6k7, care

mărește mult atît sensibilitatea cît și selectivitatea montajului, și un etaj detector cu reacție, echipat cu un tub similar. Prezența etajului de frecvență intermediară și a etajului detector cu reacție pozitivă asigură montajului calități deosebite.

Bobinele circuitului de intrare și ale circuitului oscilatorului local sînt schimbătoare, fiind realizate pe carcase de 20 mm diametru și montate în culoturi de tuburi electronice din seria oc-

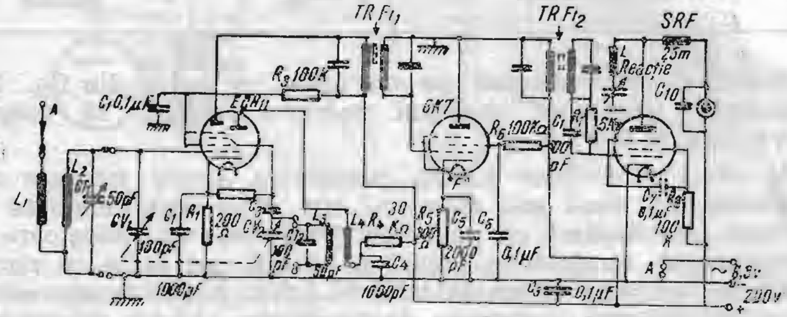


FIG. 146

tal (sau cu patru piciorușe), ce se introduc în socluri montate pe șasiu.

Frecvența intermediară, de 457 kHz, ne permite să folosim transformatoare de frecvență intermediară de construcție industrială, ce se pot procura ușor, fiind superioare oricărora de construcție proprie. Singura modificare pe care o vom face este realizarea bobinei de reacție, pe aceeași carcasă și în imediată apropiere a bobinajului secundar al celui de al doilea transformator. Bobina aceasta va avea 100 de spire cu conductor din CuEm ∅ 0,1 mm, bobinate pe o lățime de 4 mm, spirele fiind alăturate și în straturi suprapuse.

Bobinele pentru benzile de amatori se realizează (conform tabelului 20) cu conductor din CuEm ∅ 0,5 mm pentru benzile de 3,5 și 7 mHz și 0,8 mm pentru celelalte benzi.

Cele două condensatoare variabile ale circuitului de intrare a oscilatorului local sînt montate pe același ax, alinierea circuitelor făcîndu-se prin reglarea condensatoarelor trimer CT_1 și CT_2, care se montează pe fiecare bobină, în partea superioară a carcasei, schimbîndu-se odată cu acestea.

Tabelul 20

Banda MHz	Număr de spire			
	L_1	L_2	L_3	L_4
3,5	12	40	36	18
7	7	20	18	10
14	4	9	8	4
21 și 28	2	4	4	3

Montajul se realizează pe un șasiu ca acela din fig. 144, alimentarea făcîndu-se dintr-un redresor capabil să asigure 200 V/0,02 A și 6,3/1 A.

În afara montajelor simple prezentate, există montaje mai complicate, cu două sau chiar cu trei etaje amplificatoare de frecvență intermediară cu unul sau două etaje amplificatoare de radiofrecvență, cu detecție liniară pe diodă, prevăzute cu circuit de control automat al amplificării (C.A.A.), pentru compensarea fadingului, diferite dispozitive de tonalitate, reacție negativă și înaltă fidelitate în etajele de audiofrecvență, etaj final de putere în contratimp etc., care depășesc cadrul prezentei lucrări și a căror construcție radioamatorul o poate aborda cu succes numai după realizarea montajelor simple prezentate aici, care-l familiarizează cu fenomenele ce se petrec în diferite tipuri de radioreceptoare, pornind de la simplu la complex.

Etaj suplimentar de F.I.

Montajul 19. Sensibilitatea și selectivitatea unui receptor superheterodină pot fi mult mărite prin adăugarea unui etaj suplimentar de F.I. (fig. 147). Elementele componente, inclusiv tubul electronic ce trebuie să fie de același tip cu cel folosit în etajul F.I. din receptor, se montează pe o plăcuță metalică ce se fixează în receptor.

Pentru cuplajul etajului suplimentar se întrerupe conexiunea de la secundarul primului transformator de F.I. la grila de comandă a tubului electronic, introducîndu-se etajul suplimentar ca în schemă. Transformatorul de F.I. suplimentar trebuie să fie construit pentru aceeași frecvență ca celelalte transformatoare de

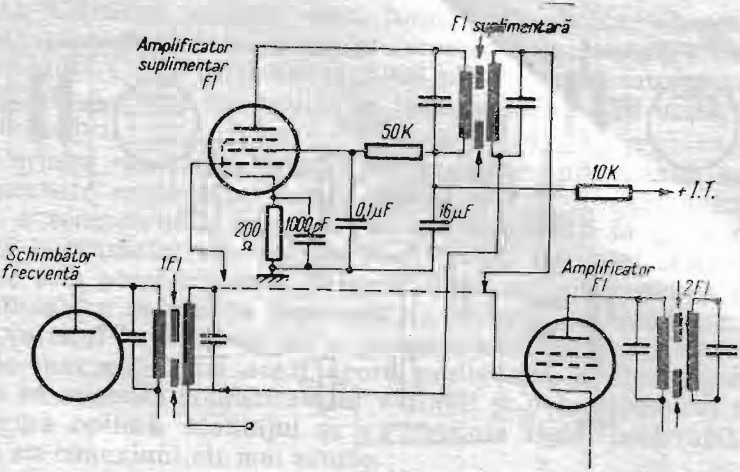


FIG. 147

F.I. ale aparatului. Acordul etajului se rezumă la acordul transformatorului de F.I., prin reglarea miezurilor feromagnetice.

Montaje „Multi Q"

Aceste montaje îmbunătăţesc mult selectivitatea superheterodinelor de orice categorie. Principiul lor se bazează pe folosirea reacţiei pozitive care permite sporirea factorului de calitate Q al circuitelor acordate în imediata apropiere a intrării în osciiaţie a montajului. Dealtfel, orice radioamator poate observa că la un receptor cu reacţie, imediat sub punctul de intrare în osciiaţie (acroşaj), audiţia este „gîtuită"; aceasta datorîndu-se faptului că lărgimea benzii de trecere este redusă la 300 . . . 400 Hz. Alteori, folosind cuplajul indicat mai înainte între anodul şi grila de comandă a unuia din tuburile de frecvenţă intermediară pe „pragul" de acroşaj, sensibilitatea şi selectivitatea receptorului cresc surprinzător.

Dar cele mai bune rezultate se obţin prin folosirea montajelor „Multi Q".

Montajul 20. În fig. 148 este prezentată schema unui asemenea montaj, echipat cu un tub electronic pentodă 6 AC 7, 6G7, 6 Ж 4, 6BA6 sau 6F31 montat ca amplificator selectiv. Circuitul acordat este format din bobina unui transformator de frecvenţă intermediară pe aceeaşi frecvenţă ca cele din receptor,

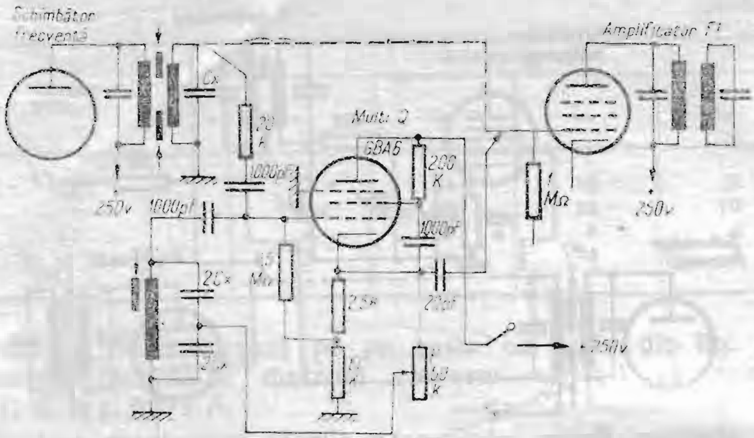


FIG. 148

al cărui condensator de acord a fost înlocuit prin două condensatoare de capacitate dublă legate în serie. Acest circuit se acordează prin miezul feromagnetic reglabil. Reacția este reglabilă prin potențiometrul P, care devine astfel „controlul selectivității".

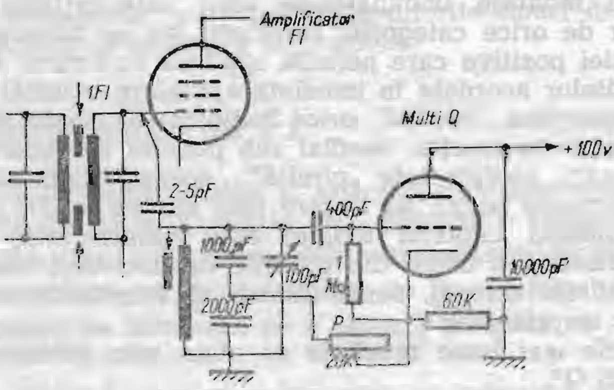


FIG. 149

Montajul 21. Un alt montaj „Multi Q" este arătat în fig. 149 și folosește o triodă 6F5, 6C5, 6Q7 sau ECC 85, 6H3 (numai o

triodă). Circuitul acordat este format din bobina L (care are 70—80 spire, după felul miezului feromagnetic folosit), cele două condensatoare fixe de 1 000 şi 2 000 pF şi condensatorul variabil de 100 pF. Acordul circuitului se face cu acesta din urmă, pe jumătate închis.

Variaţia capacităţii acestui condensator spre maxim sau minim permite exploatarea benzii de trecere pe frecvenţa intermediară a receptorului. Dispozitivul se conectează la grila de comandă a ultimului tub amplificator de F.I. Reglajul selectivităţii se face prin potenţiometrul liniar P. După ce prin reglarea acestui potenţiometru se ajunge la pragul de acroşaj, se aşază condensatorul variabil la mijloc şi se reglează miezul feromagnetic pentru audiţie maximă. După acest acord preliminar, pentru fiecare recepţie se reglează condensatorul variabil şi potenţiometrul P pînă la poziţia optimă. Montajul se va executa rigid, preferabil ecranat şi cu conexiuni cît mai scurte.

Adaptoare pentru benzile de radioamatori

Foarte mulţi radioamatori dispun de radioreceptoare comerciale pentru recepţia emisiunilor din gamele de unde lungi, medii şi scurte. Dintre benzile de radioamatori cu aceste aparate pot fi recepţionate numai benzile de 14 MHz (20 m) şi de 7 MHz (40 m). În afară de aceasta, emisiunile recepţionate sînt puternic influenţate de posturile de radiodifuziune sau de cele comerciale. Benzile cele mai potrivite pentru recepţionarea emisiunilor radioamatorilor din ţară sînt benzile de 3,5 MHz (80 m) şi 7 MHz (40 m).

Pentru recepţionarea acestor benzi cu un aparat comercial este nevoie să se folosească un adaptor construit dintr-un schimbător de frecvenţă care transpune benzile de radioamatori în gamele receptorului comercial (în general, în gama undelor medii). Folosind un adaptor bine realizat, receptorul comercial se poate transforma într-un receptor de trafic cu dublă schimbare de frecvenţă, avînd sensibilitatea şi selectivitatea foarte bune.

Montajul 22. Adaptor simplu cu acord fix. Schema de principiu a adaptorului este prezentată în fig. 150.

El este destinat transpunerii emisiunilor din banda de 3,5 MHz în gama de unde medii. Pentru aceasta se amestecă semnalele recepţionate cu oscilaţiile produse de un oscilator local, acordat pe frecvenţa de 4 650 kHz. Scăzînd din frecvenţa oscilatorului local limitele benzii de 3,5 MHz (3 500 . . . 3 800 kHz) rezultă că

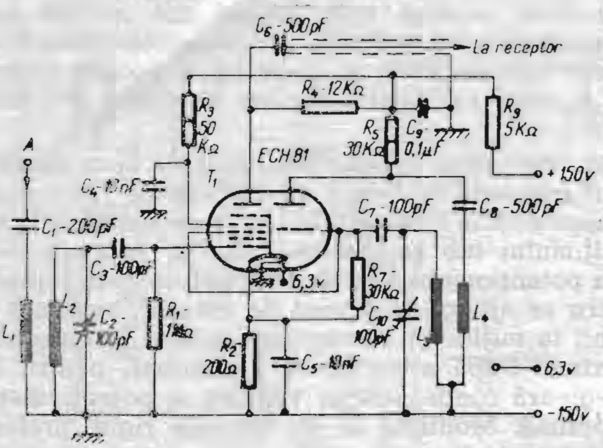


FIG. 150

emisiunile vor fi transpuse între 1 150 şi 850 kHz, deci în gama de unde medii.

Adaptorul este realizat după schema cunoscută a schimbătorului de frecvenţă şi a oscilatorului local, ce funcţionează cu un tub triodă-heptodă. Cele două circuite oscilante pe care le posedă adaptorul au acordul fix. Circuitul anodic al heptodei este aperiodic, pentru a asigura o amplificare cît mai constantă în toată gama tensiunii de ieşire.

Bobinele L_1 şi L_2 respectiv L_3 şi L_4 se înfăşoară pe cîte o carcasă cilindrică cu diametrul de 20 mm. Bobina L_1 are 15 spire, L_2 — 36 spire, L_3 — 30 spire, L_4 — 12 spire. Conductorul întrebuinţat CuEm ∅ 0,4 mm se bobinează spiră lîngă spiră. Distanţa între marginile bobinelor L_1 şi L_2, L_3 şi L_4 este de aproximativ 5 mm.

Pentru conectarea adaptorului la receptor se foloseşte un segment de cablu coaxial cu impedanţa caracteristică de 75 Ω şi cu lungimea de 50 cm.

Buna ecranare a întregului dispozitiv este foarte importantă pentru a împiedica pătrunderea emisiunilor de unde medii în receptor.

Alimentarea adaptorului se face chiar de la receptorul cu care se foloseşte, marea majoritate a receptoarelor suportînd sporul de consum de 8...10 mA la tensiunea anodică şi 0,3 A în circuitul de filament.

Reglajul adaptorului constă în acordarea oscilatorului pe frecvența de 4 650 kHz și a circuitului de intrare la mijlocul benzii de 3,5 MHz (3 575 kHz). În lipsa unui generator de radiofrecvență modulat, se reglează astfel condensatorul ajustabil (trimerul) C_{10} al circuitului oscilant, încît recepția întregii benzi de 3,5 MHz să aibă loc în gama de unde medii, de preferat de la 800 kHz în sus. Apoi se acordează receptorul pe mijlocul benzii de radioamatori și se reglează capacitatea condensatorului ajustabil C_2 pînă cînd sensibilitatea devine maximă.

Prin lipsa reglajelor și prin simplitatea construcției, acest adaptor este deosebit de indicat să fie realizat de un radioamator începător, care dispune de un receptor de radiodifuziune.

Montajul 23. Adaptor cu frecvență variabilă. Spre deosebire de montajul precedent, adaptorul de față produce o tensiune de ieșire cu frecvență variabilă. Acest lucru este avantajos din punct de vedere al perturbațiilor produse de stațiile de emisie pe unde medii. Dacă oscilația de ieșire are frecvență constantă, se poate găsi o frecvență în jurul căreia să nu apară interferențe. Frecvența intermediară a acestui adaptor a fost fixată la 1 500 kHz, ceea ce asigură și o bună atenuare a frecvenței imagine.

Adaptorul este construit după schema schimbătorului de frecvență cu triodă-heptodă (fig. 151).

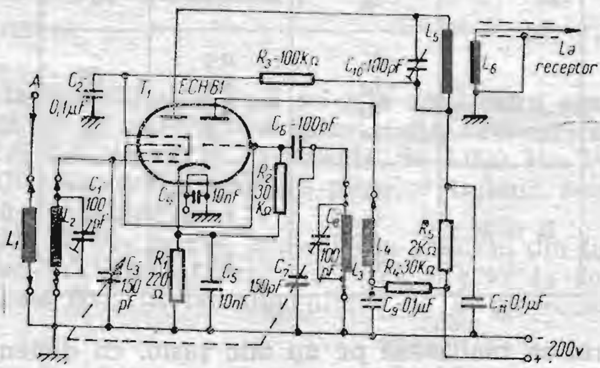


FIG. 151

Recepția celor 5 benzi de radioamatori: 3,5; 7; 14; 21 și 28 MHz se realizează cu ajutorul unor bobine interschimbabile realizate după datele din tabelul 21.

Carcasele întrebuințate, de formă cilindrică, fără miez magnetic, au diametrul de 30 mm.

Bobinele filtrului de frecvenţă intermediară L_5 şi L_6 se realizează pe o carcasă cu 4 galeţi, cu miez magnetic cu diametrul de 3 mm, de fabricaţie „Electronica". În 3 galeţi ai carcasei se bobinează 80 spire (L_5), iar în al patrulea galet — 20 spire (L_6). Conductorul utilizat este CuEm ∅ 0,2 mm.

Acordul adaptorului pe staţia de emisie dorită se face cu ajutorul condensatorului variabil dublu C_3, C_7 de 2×150 pF. Adaptorul se conectează la bornele de antenă şi pămînt ale radioreceptorului, prin intermediul unui cablu coaxial.

Tabelul 21

Banda MHz	Bobina	Diametrul conductorului CuEm mm	Număr de spire
3,5	L_1 L_2 L_3 L_4	0,3 0,3 0,3 0,3	8 30 20 6
7	L_1 L_2 L_3 L_4	0,4 0,4 0,4 0,4	6 18 12 5
14	L_1 L_2 L_3 L_4	0,5 0,5 0,5 0,5	5 9 6 3
21 şi 28	L_1 L_2 L_3 L_4	0,8 0,8 0,8 0,8	3 5 4 2

Adaptorul se realizează pe un mic şasiu, cu dimensiunile de 150×100×40 mm, închis într-o cutie ecranată de dimensiuni corespunzătoare.

Pentru punerea în funcţiune se aplică tensiunea de alimentare, iar radioreceptorul se acordează pe o frecvenţă cuprinsă între 1 475 şi 1 550 kHz.

Se reglează întîi capacitatea condensatorului C_{10} şi poziţia miezului bobinei L_5 pînă se obţine sensibilitatea maximă. Urmează reglarea circuitului oscilatorului, pentru a asigura recepţia

benzii dorite, cu ajutorul condensatorului semivariabil C_3. La sfîrşit se reglează capacitatea condensatorului C_1 pentru obţinerea semnalului maxim.

Filtre de audiofrecvenţă

O altă metodă simplă şi la îndemîna radioamatorului este mărirea selectivităţii prin filtre de audiofrecvenţă, ce se montează fie la ieşirea receptorului, fie înaintea ultimului etaj de audio-

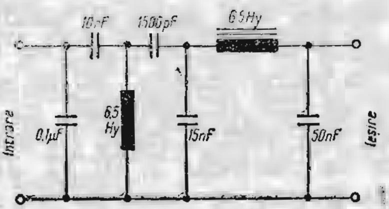


FIG. 152

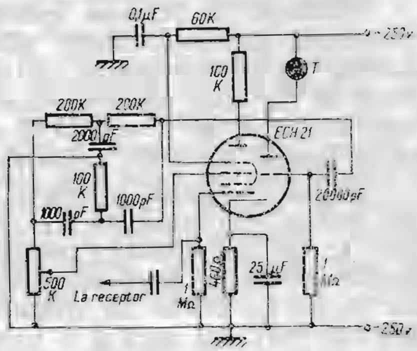


FIG. 153

frecvenţă. În fig. 152 este dată schema unui filtru simplu de audiofrecvenţă ce se intercalează între ieşirea receptorului şi căşti, intrînd în rezonanţă pentru frecvenţa de 1 000 Hz. Pentru obţinerea rezultatelor dorite valorile pieselor trebuie respectate întocmai, fără nici o abatere.

Montajul 24. Un montaj mai eficace este cel din fig. 153 care utilizează un tub triodă-hexodă ECH 21. Frecvenţa de rezonanţă a filtrului este 800 Hz, iar alimentarea de la redresorul receptorului.

Radioreceptoare cu tranzistoare

Montajul 1. Schema indicată în fig. 154 permite obţinerea maximului de sensibilitate, selectivitate şi randament de la un montaj de radioreceptor, cu un etaj de detecţie realizat cu o diodă şi un etaj de amplificare realizat cu un tranzistor, atunci cînd dispunem de o antenă şi priză de pămînt. Evident că rezultatele depind mult de calitatea antenei şi a prizei de pămînt.

Pentru realizarea schemei trebuie să dispunem de: un difuzor de tip radioficare de 0,25 W cu transformatorul lui de adaptare Tr, un condensator variabil de 500 pF preferabil cu aer, deoarece cele cu mică au pierderi mai mari, o diodă cu germaniu D_1 de tip D 2 D, un tranzistor cu joncţiune T_1 (П 13, П 14, ЕФТ 121, EFT 321 etc.) şi o bobină. Bobina se realizează din con-

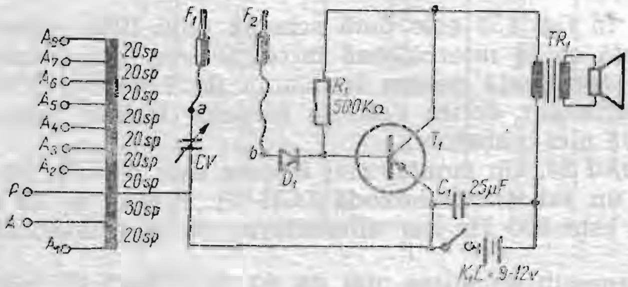


FIG. 154

ductor de cupru emailat, gros de 0,3 mm, bobinat pe o carcasă cu diametrul de 30 mm, scoţînd prize după cum este indicat în schemă. Pentru motive de adaptare şi acord, intrarea etajului detector şi borna condensatorului variabil C_v se leagă la două puncte fixe a şi b, punctele la care se conectează două banane F_1 şi F_2,

prin intermediul a două conductoare flexibile izolate (C_v pentru acord fin, F_1 pentru acord brut și F_2 pentru adaptare).

La început se introduce fișa F_2 în borna A_3, fișa F_1 în borna A_6, pămîntul în borna P, antena în borna A și se variază condensatorul variabil C_v pînă la audiția maximă.

Dacă audiția este slabă se inversează polaritățile la dioda detectoare. După ce am recepționat postul, mutăm antena pe rînd în fiecare bornă A_1—A_3, oprindu-ne acolo unde avem un compromis între randament și selectivitate, deoarece vom observa că pe măsură ce audiția este mai puternică, selectivitatea devine mai slabă (adică se aud două posturi odată).

Odată găsită borna optimă pentru antenă, lăsăm antena conectată la această bornă și mutăm fișa F_2 pe rînd în toate bornele A_2—A_8, găsind de asemenea pe cea optimă. Cu ajutorul fișei F_1 facem acordul brut, iar cu condensatorul C_v acordul fin, pînă la audiția și selectivitatea maxime. Revenim din nou la antenă, pe care o încercăm din nou în toate bornele, pentru a vedea dacă de această dată nu este altă priză optimă și apoi la fișa F_2 pentru a vedea dacă adaptarea nu s-a stricat. De fiecare dată refacem acordul brut și fin pînă la audiția maximă (acordul brut se obține mutînd fișa F_1 în altă bornă, mai jos sau mai sus după cum sensul spre care crește audiția este spre C_v — închis sau deschis).

Receptorul realizat după schema indicată dă rezultate satisfăcătoare pe o rază de 20—30 km de postul de emisie local, cu o antenă și o priză de pămînt bune. La distanță mai mare recepția este inteligibilă numai dacă este liniște în cameră și dacă ascultătorul se află în apropierea receptorului. Selectivitatea bună se obține cu antenă cuplată la borna A, A_1 și A_2 și fișele F_1 și F_2 acolo unde obținem audiția maximă (F_1 în A_5 sau A_6).

Receptorul funcționează și fără rezistența R_1 și condensatorul C_1, însă în lipsa rezistenței R_1 calitatea este redusă, iar în lipsa condensatorului C_1 par fluierături sau zgomote puternice atunci cînd bateria îmbătrînește, deoarece îi crește rezistența internă.

Montajul 2. Asigură alimentarea tranzistorului din curentul de radiofrecvență detectat. Este eficace în apropierea unui post de emisie puternic. Curentul de radiofrecvență este detectat de dioda cu germaniu, rezultînd o componentă de audiofrecvență și una de curent continuu. Aceasta din urmă este aplicată pe colectorul tranzistorului prin intermediul căștilor, servind la alimentarea lui, iar componenta de audiofrecvență este aplicată prin C_2 pe baza tranzistorului, care o amplifică.

Montajul (fig. 155) permite recepţia postului local în bune condiţii, într-un difuzor sensibil. Condensatorul trimer C_1, împreună cu bobina L_1 permit acordul şi adaptarea optimă a antenei, iar circuitul L_2—CV acordul pe postul dorit. Bobinele L_1 şi

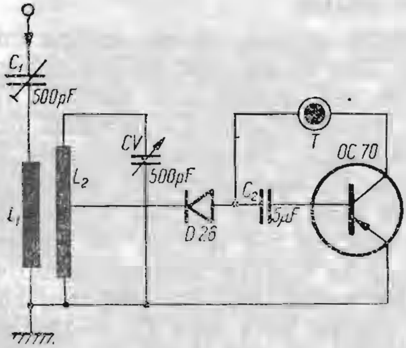


FIG. 155

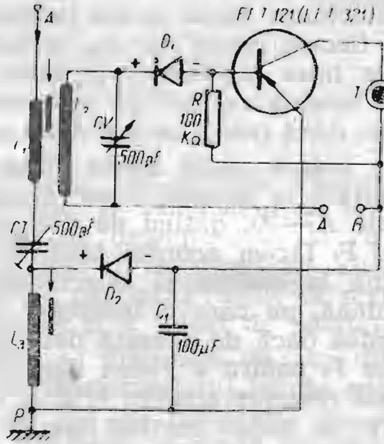


FIG. 156

L_2 se realizează cu conductor de cupru emailat, cu diametrul de 0,5 mm, cu spire alăturate, pe o carcasă de 40 mm diametru. L_1 are 130 spire, iar L_2 105 spire, cu priză la spira 41, distanţa între bobine fiind 5 mm.

Montajul 3. Este de asemenea alimentat din energia de radiofrecvenţă captată de antenă, dar, spre deosebire de montajul anterior, permite nu numai recepţia postului local. Curentul de radiofrecvenţă ce apare pe circuitul oscilant CT—L_3 este redresat de dioda D 2 şi filtrat prin condensatorul C_1 de 100 μF (fig. 156).

În acest fel rezultă o tensiune continuă cu care este alimentată cea de a doua parte a montajului, care nu este altceva decît un receptor obişnuit, asemănător montajului 1. Cu ajutorul circuitului oscilant L_2—CV se face acordul pe postul dorit. Detecţia se asigură prin diodă şi amplificarea în audiofrecvenţă prin tranzistorul EFT 321. Polarizarea bazei se face prin rezistenţa de 100 kΩ.

Reglajul aparatului se face astfel: se conectează un voltmetru între punctele A—B (scara 1 . . . 2 V). Se reglează trimerul CT pînă ce voltmetrul va indica un maxim. Se deconectează voltme-

trul şi se introduc căştile în borne. Prin variaţia capacităţii lui C_3 se face acordul pe postul dorit.

Bobinele L_1 şi L_2 se realizează pe un miez de ferocart. Bobina L_1 are 15 spire, iar L_2 80 spire, ambele fiind confecţionate cu conductor de cupru emailat, cu diametrul 0,2 mm. Bobina L_1 se dispune în şanţul central al carcasei, iar L_2 în secţiuni, în celelalte şanţuri. Bobina L_3 are 90 spire din acelaşi conductor, înfăşurate pe un miez de ferocart identic.

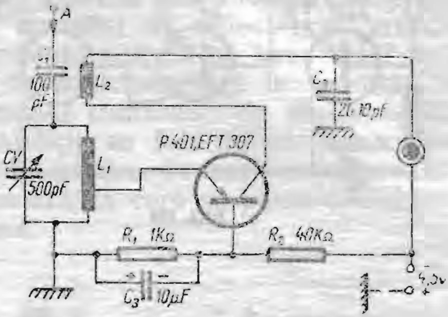


FIG. 157

Montajul 4. Este echipat cu un tranzistor de radiofrecvenţă de tip П 401, П 15 sau EFT 308, care lucrează ca detector cu reacţie (fig. 157). Circuitul de acord este format din bobina L_1 şi condensatorul variabil de 500 pF. Reacţia se obţine cu ajutorul bobinei L_2. Polarizarea bazei este asigurată prin grupul de rezistenţe R_1—R_2. Ambele bobine se realizează pe o bară de ferită cu diametrul 8 mm, cu conductor de cupru izolat cu mătase, cu diametrul 0,6 mm. Bobina L_1 are 70 spire alăturate, cu o priză la spira 10, iar L_2 35 spire alăturate. Dozarea reacţiei se face o dată pentru totdeauna prin îndepărtarea şi apropierea bobinei L_2 de L_1, pînă în apropierea punctului de acroşaj.

Montajul asigură recepţia normală în căşti a postului local fără antenă şi priză de pămînt, dirijînd corespunzător ferita. Pentru recepţia posturilor mai îndepărtate se întrebuinţează o antenă şi o priză de pămînt corespunzătoare.

Montajul 5. Schema de principiu este dată în fig. 158. Foloseşte trei tranzistoare, primul fiind un П 401 sau EFT 308 care lucrează ca detector, iar următoarele două ca amplificatoare de audiofrecvenţă. De remarcat faptul că cel de al doilea tranzistor П9 este de tip *npn*, ceea ce permite cuplarea sa directă cu ultimul tranzistor de tip *pnp*. Montajul se poate realiza la dimensiuni reduse, aşa cum este arătat în fig. 159. Bobina L_1 se construieşte pe o bară de ferită cu diametrul 8 mm şi lungimea 70 mm. Ea are 100 spire alăturate, din conductor de cupru izolat cu mătase, cu diametrul 0,6 mm. Acordul se realizează cu condensatorul variabil de 200 pF. Bobina DR_1 este un şoc de audiofrecvenţă de mici dimensiuni. Ca difuzor se foloseşte o capsulă telefonică cu o impedanţă de circa 500 Ω.

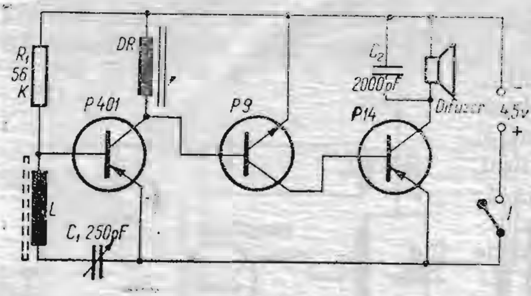


FIG. 158

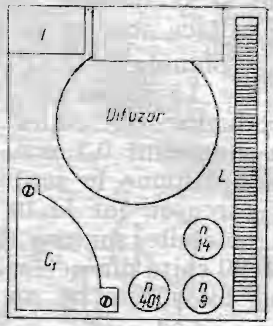


FIG. 159

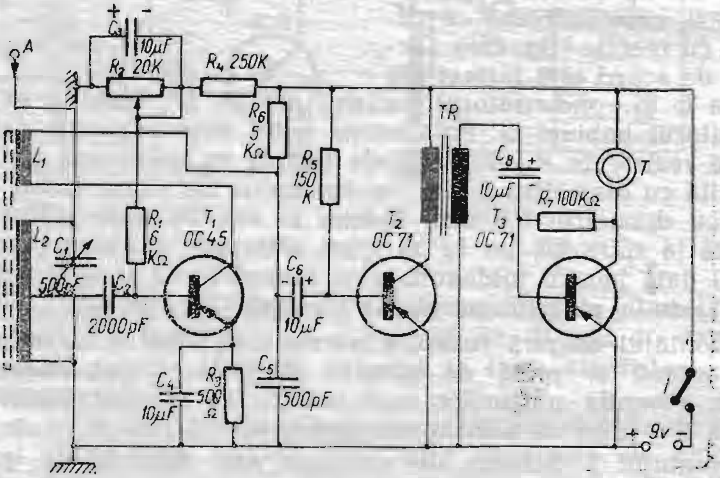


FIG. 160

Montajul 6. Este de asemenea interesant, în special pentru posesorii unei biciclete. Montajul din fig. 160 foloseşte trei tranzistoare, primul (OC 45, Ω 401 sau EFT 308) îndeplinind funcţia de detector cu reacţie, iar celelalte două, de tip OC 71, П 13 sau EFT 321, fiind amplificatoare de audiofrecvenţă. Aparatul este astfel conceput, încît poate fi montat în partea posterioară a farului de la bicicletă, asigurînd recepţia în timpul mersului.

Circuitul de acord este format din bobina L_2 şi condensatorul variabil C_1 de 500 pF. Bobina L_2 se realizează pe o bară de

ferită cu diametrul 8 mm și lungimea 80 mm. Ea are 70 spire alăturate, din conductor de cupru emailat, cu diametrul 0,3 mm, cu o priză la spira 8 de la capătul legat la masă. Bobina de reacție L_1 are 12 spire alăturate, din același conductor, pe aceeași bară de ferită. Dozarea reacției se face prin reglarea tensiunii de polarizare a bazei tranzistorului cu ajutorul potențiometrului R_2. Curentul de audiofrecvență din circuitul de colector al primului tranzistor este aplicat prin condensatorul C_6 pe baza celui de al doilea tranzistor amplificator de audiofrecvență în tensiune, iar prin transformatorul TR pe ultimul tranzistor, de asemenea amplificator de audiofrecvență. Audiția se face în căști miniatură, de tipul celor ce se introduc în ureche. Pe partea superioară a farului se montează o bucșă izolată, în care se poate introduce o antenă stilou de cca 1 m lungime.

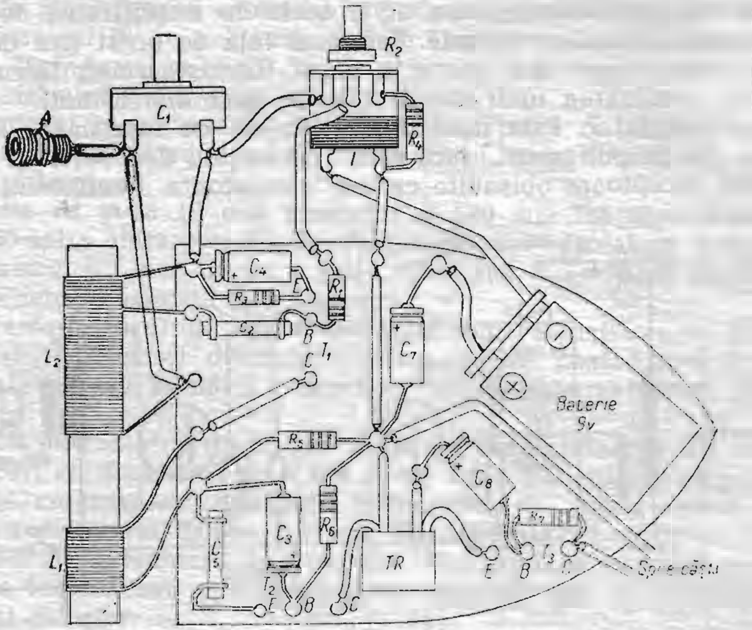


FIG. 161

Montajul se execută pe o plăcuță de bachelită sau sticlă organică, de formatul secțiunii farului, pe una din fețe fiind așezate majoritatea elementelor din fig. 161, iar pe cealaltă tranzistoarele

şi condensatorul C_3. Condensatorul C_1 şi potenţiometrul R_2 se montează în partea superioară a farului, astfel încît să fie uşor accesibile.

Transformatorul TR este de tip miniatură, folosit în receptoarele cu tranzistoare comerciale, sau se poate confecţiona din tole de permalloy tip E 6, avînd grosimea pachetului de 8 mm. Pentru primar se bobinează 1 800 spire din conductor de cupru emailat, cu diametrul 0,1 mm, iar pentru secundar 600 spire din acelaşi conductor.

Montaje reflex cu tranzistoare

Am văzut că montajele reflex se caracterizează prin folosirea aceluiaşi element (tub electronic sau tranzistor) pentru a îndeplini două funcţii distincte, cum ar fi acela de amplificator de radiofrecvenţă şi audiofrecvenţă. Interesul faţă de acest gen de montaje este cu atît mai mare în cazul tranzistoarelor, întrucît ele permit realizarea unor construcţii de mici dimensiuni.

Montajul 7. Este unul din montajele cu randament mare şi care, nu de puţine ori, dacă este bine reglat, depăşeşte în performanţe receptoare obişnuite cu trei tranzistoare. Randamentul deo-

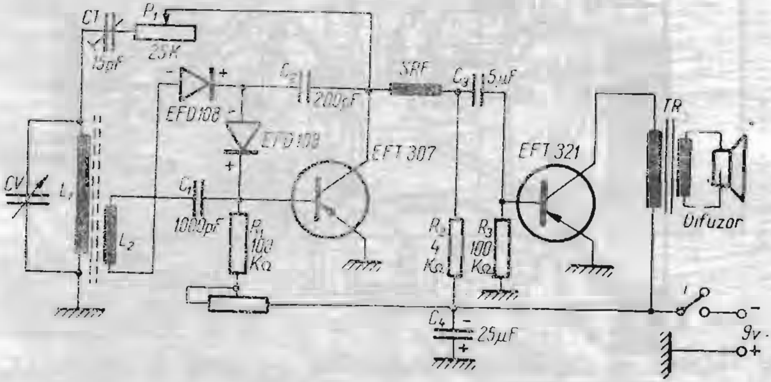


FIG. 162

sebit se datoreşte particularităţilor schemei (fig. 162), în care primul tranzistor are un rol foarte important, îndeplinind mai multe funcţii. Curentul de radiofrecvenţă este aplicat prin bobina L_2 pe baza primului tranzistor, de tip EFT 306 sau EFT 307, care lucrează ca amplificator de radiofrecvenţă. Din circuitul de colec-

tor semnalele rezultate sînt aplicate prin condensatorul C_2 grupului de detecție, compus din diodele cu germaniu, montate în punte. Acestea, odată cu detecția, produc și o dublare a tensiunii detectate. Semnalul de audiofrecvență astfel obținut se aplică pe baza tranzistorului, care îndeplinește funcția de amplificator de audiofrecvență. Curentul de audiofrecvență este apoi aplicat prin condensatorul C_3 celui de al doilea tranzistor, de tip OC 72, EFT 321 sau П13, care îndeplinește funcția de amplificator final de audiofrecvență, acționînd difuzorul miniatural prin transformatorul de ieșire.

Primul etaj dispune de un sistem de reacție pozitivă, format din condensatorul trimer CT de 15 pF și potențiometrul P_1 de 25 kΩ, care permite reglarea pînă în apropierea punctului de acroșaj, unde amplificarea este maximă. Condensatorul trimer CT și potențiometrul P_1 se reglează o dată pentru totdeauna, dozarea reacției făcîndu-se în mod curent prin reglarea potențiometrului P_2, ce determină polarizarea bazei.

Montajul recepționează fără antenă și priză de pămînt posturile naționale pe unde medii, iar seara și noaptea posturile europene puternice.

Ferita va avea 12 mm diametru și 180 mm lungime. Bobina L_1 are 60 spire alăturate, din conductor de cupru izolat cu mătase, cu diametrul 0,3 mm, iar L_2, 8 spire alăturate, din același conductor. Bobinele se execută în continuare.

Transformatorul de ieșire va fi adaptat tranzistorului final folosit și impedanței difuzorului. Recepția se poate face și în căști, în care caz numărul posturilor recepționate va crește simțitor.

Șocul de radiofrecvență SRF se poate confecționa pe un miez de ferocart cu diametrul de 8 mm și va avea 500 spire dispuse în șanțurile carcasei miezului, din conductor de cupru izolat cu email, cu diametrul 0,08 ... 0,1 mm. Se poate folosi orice alt șoc miniatură cu inductanța de 100 mH. Montajul se execută pe o placă de textolit sau sticlă organică, asemănătoare cu aceea din montajul anterior.

Montajul 8. Folosește trei tranzistoare și o diodă cu germaniu, schema sa de principiu fiind arătată în fig. 163. Primul tranzistor îndeplinește în primul rînd funcția de amplificator de radiofrecvență. După amplificare, semnalele de radiofrecvență sînt aplicate diodei cu germaniu, care îndeplinește funcția de detector. În circuitul de colector sînt prevăzute bobine schimbătoare, care se acordează în mijlocul gamei respective. Ele permit, în afară de mărirea selectivității, și o creștere a amplificării. Deoarece banda de frecvență a circuitelor L_5, L_6 și L_7 este restrînsă,

sînt prevăzute alte două bobine pentru gama undelor medii. Una (L_6) pentru partea superioară a gamei (350...500 m) și alta (L_5) pentru partea inferioară (200...350 m). Pentru undele lungi este prevăzută o sigură bobină (L_7).

Curentul de audiofrecvență rezultat prin detecție ajunge la potențiometrul P de 10 kΩ, care servește pentru reglarea amplificării. De la cursorul acestuia, semnalele sînt apoi aplicate prin intermediul condensatorului C_3 pe baza tranzistorului, care de

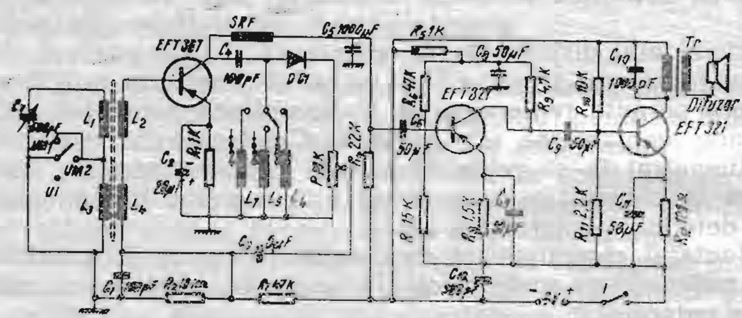


FIG. 163

această dată lucrează ca amplificator de audiofrecvență. În continuare, curentul de audiofrecvență amplificat trece prin șocul de radiofrecvență SRF pe baza celui de al doilea tranzistor, care lucrează ca amplificator, de audiofrecvență. După aceea ajunge la cel de al treilea tranzistor, care funcționează ca amplificator final de audiofrecvență și, prin transformatorul TR, la difuzorul permanent dinamic.

Bobinele L_1, L_2, L_3 și L_4 se realizează pe carcase de carton bachelizat, plasate pe o bară de ferită de 200 mm lungime. Bobina L_1 are 65 spire alăturate, L_2 — 8 spire alăturate, bobinate în continuarea lui L_1, ambele din conductor de cupru emailat, cu diametrul 0,4 mm sau din liță de radiofrecvență de 20×0,05 mm, izolată cu mătase. Bobina L_3 are 150 spire alăturate, iar L_4 15 spire alăturate, în continuarea lui L_3, ambele din conductor de cupru emailat, cu diametrul 0,15 mm sau liță de radiofrecvență de 10×0,05 mm izolată cu mătase. De preferință L_3 se va realiza în trei secțiuni de cîte 50 spire fiecare, bobinate fagure. Grupul de bobine L_1—L_2, pentru undele medii, se așază la un capăt al barei de ferită și L_3—L_4 la celălalt capăt. Carcasele celor două grupe de bobine trebuie să alunece ușor pe bara de ferită, poziția lor determinîndu-se pentru maximum de semnal.

Bobinele L_5, L_6 şi L_7 se realizează pe carcase obişnuite, cu miez de ferocart. Bobina L_5 are 90 spire, L_6 120 spire, iar L_7 300 spire, toate din conductor de cupru emailat cu diametrul 0,15 mm.

Prin reglarea miezurilor acestor bobinaje vom obţine maximum de audiţie pe fiecare bandă. Montajul practic se face pe o plachetă de bachelită, textolit, sau sticlă organică, cu dimensiuni corespunzătoare, pentru fixarea difuzorului, a comutatorului cu 3 contacte şi 3 poziţii, şi a celorlalte elemente componente.

Bobinele L_5, L_6 şi L_7 se vor aşeza cu axele perpendiculare pe bara de ferită, pentru a se evita cuplaje între ele. Ca prim tranzistor putem folosi tipurile OC 45, П401 sau EFT 307, iar pentru următoarele două tipuri OC 71, OC 72, П13 sau EFT 321. În paralel cu bateria de alimentare, pentru a nu apare eventuale acroşaje provocate de mărirea rezistenţei interne a acestora, se montează un condensator de mare capacitate, de 500 µF.

Montajul 9. Receptor cu reacţie cu două tranzistoare. Receptorul foloseşte două tranzistoare şi asigură recepţia benzilor de 7 şi 14 MHz care sînt foarte mult utilizate de radioamatori. Schema de principiu este prezentată în fig. 164.

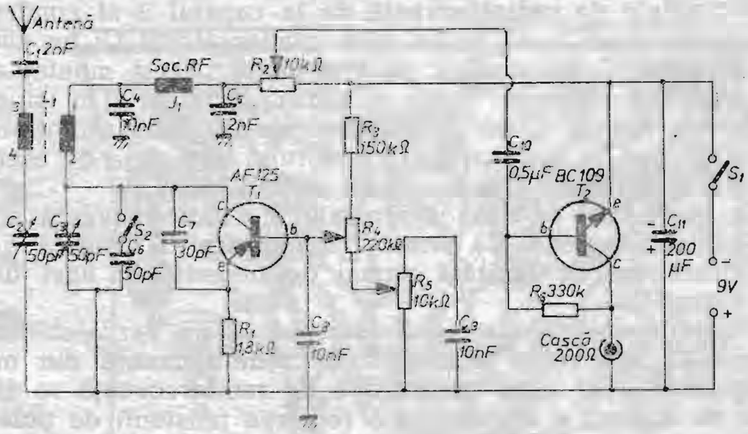


FIG. 164

Cele două tranzistoare utilizate în montaj sînt unul de tip *pnp*, respectiv AF125, sau echivalentul românesc EFT 317, şi altul de tip *npn*, respectiv BC109. Primul tranzistor lucrează ca detector de reacţie, iar cel de al doilea ca amplificator de audiofrecvenţă Partea principală a receptorului este circuitul oscilant de acord.

Curenţii de radiofrecvenţă din antenă se aplică bobinajului primar L_1 al circuitului oscilant.

Curenţii de radiofrecvenţă sînt induşi în bobinajul secundar care, împreună cu condensatorul variabil C_3, formează sistemul de acord pe frecvenţa dorită. Bobinajul primar a fost calculat pentru a lucra bine cu o antenă de lungime λ sau $\lambda/2$. Dacă sîntem obligaţi să utilizăm o antenă mai scurtă avem nevoie de o compensare capacitivă care se obţine prin condensatorul C_2. Cu o atentă mai lungă prezenţa condensatorului variabil C_2 devine inutilă şi este bine să fie scurtcircuitat. Pentru aceasta este suficient să îndoim puţin extremitatea unei lame a rotorului, astfel încît la închiderea completă a condensatorului aceasta să atingă o lamă a statorului, obţinîndu-se astfel scurtcircuitarea condensatorului.

Circuitul oscilant de acord este format din bobinajul secundar al lui L_1 şi condensatorul variabil C_3. S-a ales acest mod de conectare pentru a pune la masă statorul condensatorului şi a evita astfel orice influenţe exterioare (ex.: devierea frecvenţei prin apropierea mîinii operatorului de butonul lui C_3). Circuitul este calculat pentru lucrul în banda de 14 MHz. Prin închiderea întrerupătorului S_2 se conectează condensatorul C_6, ceea ce permite acordul circuitului oscilant în banda de 7 MHz.

Semnalele de radiofrecvenţă de la capătul 2 al condensatorului bobinajului L_1 se aplică prin condensatorul C_7 pe emitorul tranzistorului T_1 montat cu baza la masă. Acest montaj a fost ales pentru a obţine un cîştig în tensiune ridicat şi o impedanţă de intrare redusă. După amplificare semnalul de radiofrecvenţă este disponibil în colectorul tranzistorului care este de asemenea conectat la capătul 2 al bobinajului secundar.

În acest mod se adaugă semnalul de radiofrecvenţă amplificat, celui din antenă. Ca urmare, tranzistorul T_1 asigură o mare amplificare practic limitată numai de necesităţile unei detecţii fără distorsiune.

Putem spune că acest etaj lucrează ca un veritabil oscilator în care se injectează semnalele de radiofrecvenţă din antenă. Reglajul detecţiei şi al amplificării de radiofrecvenţă se face la limita de acroşaj a etajului prin reglarea tensiunii de polarizare a bazei tranzistorului cu ajutorul potenţiometrului R_5. Potenţiometrul R_4 de tip semifix se reglează o dată pentru totdeauna pe poziţia optimă.

După detecţie curenţii de audiofrecvenţă sînt separaţi de curenţii de radiofrecvenţă prin circuitul format de şocul de radiofrecvenţă J_1 şi condensatoarele C_4 şi C_5. Controlul volumului de audiofrecvenţă se realizează cu potenţiometrul R_2, după care audiofrecvenţa se aplică pe baza tranzistorului T_2 şi apoi, amplifi-

cată, se regăsește în circuitul de colector în care sînt conectate căștile telefonice cu impedanță 200 ohmi.

Polarizarea bazei tranzistorului T_2 se face prin rezistența R_6 conectată la colector, creîndu-se în acest fel o reacție negativă care asigură stabilitatea termică a tranzistorului și o intrare de impedanță potrivită cu montajul.

Bobinajul L_1 se realizează astfel: primarul are 9 spire adiacente din conductor emailat ∅ 0,2 mm, iar secundarul — 20 spire adiacente din conductor CuEm ∅ 0,3 mm. Ambele bobinaje se realizează ca în fig. 165 pe o carcasă de 8 mm diametru, cu miez reglabil, distanța între cele două bobinaje fiind de 2 mm.

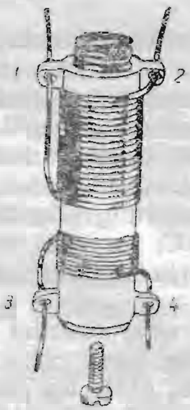


FIG. 165

Montajul se realizează pe un șasiu metalic cu dimensiunile 15×12×10 cm, evitînd pe cît posibil conexiunile lungi și cu o grijă deosebită la prizele de masă, ca și la calitatea sudurilor.

Montajul practic este arătat în fig. 166.

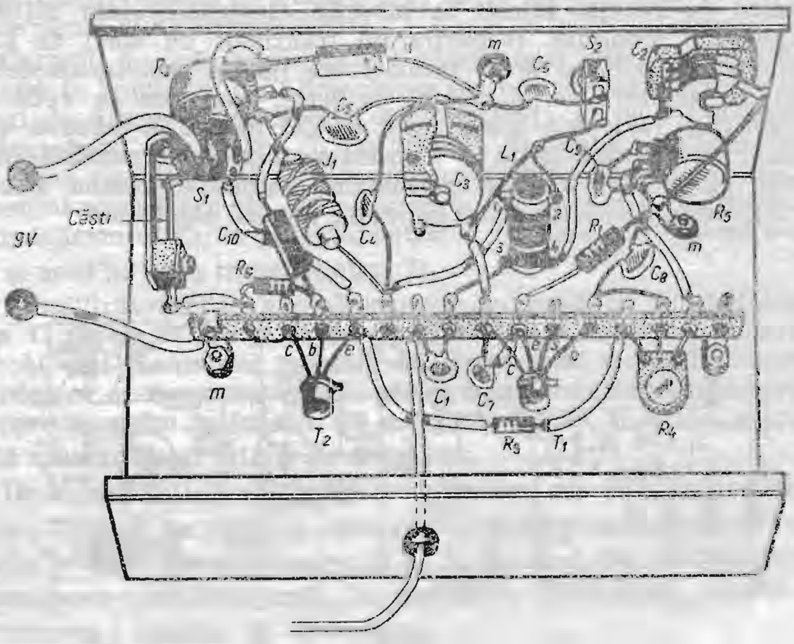


FIG. 166

Reglajul montajului. După conectarea antenei şi a alimentării prin închiderea întrerupătorului S_2 care este montat pe potenţiometrul R_2, reglăm potenţiometrul R_5 la jumătate. Căutăm apoi o emisiune şi reglăm potenţiometrul semifix R_4 pentru a obţine cea mai bună audiţie. Prin potenţiometrul R_2 reglăm volumul recepţiei.

Pentru gradarea eventualului cadran al condensatorului variabil C_3 ne vom servi de o heterodină pentru aceste frecvenţe sau, prin comparaţie, cu un acceptor de unde scurte corect etalonat.

Gradul reacţiei pozitive se reglează prin potenţiometrul R_5. Învîrtim uşor către valoarea maximă. La un moment dat vom auzi în căşti un pocnet şi apariţia unui uşor zgomot de bandă care marchează intrarea în oscilaţie a primului etaj. Vom învîrti uşor condensatorul C_2 şi vom auzi o serie de fluierături. Ne vom opri la una din cele mai puternice. Vom învîrti îndărăt potenţiometrul R_5 pînă la ieşirea din acroşaj.

Pentru recepţia semnalelor telegrafice şi a semnalelor B.L.U. ne vom menţine în apropierea punctului de acroşaj.

Montajul 10. Detector cu reacţie cu tranzistor cu efect de cîmp. Montajul este o versiune modernă a circuitului clasic de detector cu reacţie folosit la tuburile electronice, dar utilizînd componente moderne, respectiv un tranzistor cu efect de cîmp în etajul detector şi două tranzistoare de tip *npn* în amplificatorul de audiofrecvenţă. Etajul detector, aşa cum se vede din schemă (fig. 167), este asemănător cu cel folosit la tuburile electronice, poarta sau grila *g* a tranzistorului corespunzînd grilei tubului electronic, sursa *s* corespuzînd catodului tubului electronic, iar drena *d* corespunzînd anodului tubului electronic.

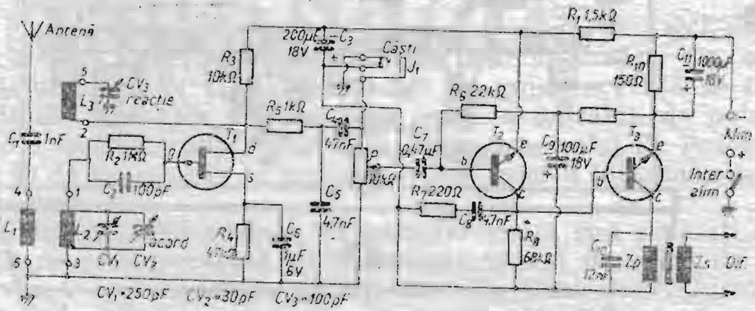


FIG. 167

Tranzistorul T_1 cu efect de cîmp este de tipul 2N 4360 şi este montat cu sursa comună polarizată prin rezistenţa de 47 Kohmi şi decuplată prin condensatorul de 10 μF. Acordul se obţine prin circuitul oscilant format din bobinajele L_1 şi L_2, cel de al doilea formînd circuitul de acord împreună cu condensatorii variabili CV_1 şi CV_2. Reacţia pozitivă este întreţinută datorită cuplajului dintre bobina L_2 din circuitul porţii tranzistorului şi bobina L_3 din circuitul drenei.

Bobina L_2 este conectată între masă şi poarta *g* printr-un grup de detecţie format de rezistenţa de 1 Mohmi şi condensatorul de 100 pF.

Bobina L_3 este conectată între drena *d* a tranzistorului şi masă prin intermediul condensatorului variabil C_3 de 100 pF care îndeplineşte două funcţiuni :

1) Izolează drena căreia i se aplică o tensiune negativă, de masă montajului care este conectată la plusul bateriei.

2) Închide circuitul de reacţie pozitivă la masă şi permite, prin reglarea capacităţii sale, dozarea gradului de reacţie, grad care are influenţă atît asupra sensibilităţii cît şi a puterii de ieşire a montajului. Cu ajutorul condensatorului variabil CV_1 de 250 pF şi a condensatorului variabil de etalare CV_2 de 30 pF acordăm receptorul pe frecvenţa şi emisiunea dorită.

Curenţii de radiofrecvenţă din antenă trec prin bobinajul L_1 şi inductiv în bobinajul L_2. Alimentarea etajului detector se face prin grupul de filtrare şi decuplare din rezistenţa R_1 de 1,5 Kohmi şi condensatorul electrolitic C_3 de 200 μF. Semnalele de audiofrecvenţă, din circuitul drenei primului tranzistor se transmit prin intermediul unui filtru de radiofrecvenţă, compus din rezistenţa R_5 şi condensatorul C_5, la potenţiometrul P cu care se reglează volumul şi apoi pe baza tranzistorului T_2.

Amplificatorul de audiofrecvenţă lucrează cu două tranzistoare T_2 de tip BC109 şi T_3 de tip 2N3568 sau echivalentul românesc AC 181 K, ambele montate cu emitorul la masă. În circuitul de colector al tranzistorului T_3 găsim transformatorul de adaptare TR care se alege în funcţie de difuzorul folosit şi avînd o impedanţă a bobinajului primar de 500 ohmi.

De menţionat că montajul are prevăzut un jack cu trei lame J_1 care permite recepţia la căşti şi în acelaşi timp întrerupe legătura la masă a tranzistoarelor T_2 şi T_3, scoţînd din funcţie amplificatorul de audiofrecvenţă şi, respectiv, prelungind durata de funcţionare a bateriei de alimentare.

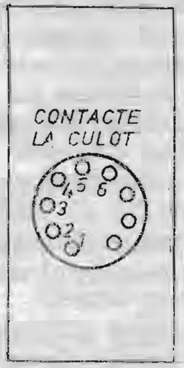


FIG. 168

Bobinajele se realizează pe tuburi de material plastic izolant cu diametrul de 30 mm și lungimea de 80 mm, montate pe culoturi cu cel puțin 6 picioruşe. Un soclu corespunzător culoturilor se fixează pe şasiu şi conexiunile se fac conform indicațiilor din schema din fig. 168. În tabelul 22 sînt date caracteristicile acestor bobinaje care se realizează din conductor CuEm ∅ 0,25 mm.

Cînd spirele sînt adiacente, lungimea bobinajului se determină automat; în caz că sînt distanțate, d_3 este lungimea bobinajului.

Tabelul 22

Bobinajul	Gama de frecvențe		
	Banda 3,5 MHz	Banda 7 MHz	Banda 14-30 MHz
L_1	11 spire d_1 = 3,2 mm	5 spire d_1 = 1,6 mm	1 spiră
L_2	38 spire adiacente	13 spire d_3 = 12,7 cm	4 spire d_3 = 12,7 mm
L_3	20 pînă la 35 spire d_2 = 3,2 mm	9 pînă la 15 spire d_2 = 0 mm	4 pînă la 6 spire d_2 = 3,2 mm

Distanța dintre L_1 și L_2 este notată în tabel prin d_1, iar distanța dintre L_2 și L_3 — notată cu d_2. Bobinajele se vor realiza toate în același sens.

În fig. 169 este prezentat modul de realizare a bobinajelor în A pentru 14 MHz, iar în B pentru 3,5 MHz, ca și conexiunile recomandate în cazul unui culot cu 9 picioruşe.

Reglajul este simplu. După ce am introdus în culot bobinajul corespunzător benzii dorite, se reglează CV_1 pentru acordul în bandă, urmînd ca acordul fin să îl facem cu CV_2. Reglajul reacției se face prin CV_3, iar al intensității semnalului de audiofrecvență, prin potențiometrul P.

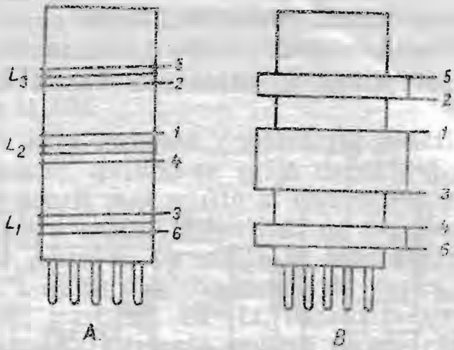


FIG. 169

Montaj superreflex

Montajul 11. Această denumire indică un montaj cu superreacție și în același timp reflex, schema sa fiind reprezentată în fig. 170. Primul tranzistor îndeplinește în același timp patru funcții: oscilator de radiofrecvență, oscilator de blocare, detector cu superreacție și amplificator de audiofrecvență. Aceasta asigură receptorului sensibilitate și selectivitate superioare altor montaje echipate tot cu două tranzistoare. Ceea ce se poate reproșa acestui gen de receptor este coeficientul de distorsiuni ceva mai ridicat decît la montajele obișnuite, ce se datorește deplasării periodice a punctului de lucru al tranzistorului, în urma blocajului oscilațiilor de radiofrecvență de către oscilatorul de blocare. Montajul este recomandabil pentru comunicațiile radio, asigurînd o bună redare a frecvențelor audio, corespunzătoare vocii omenești, putînd fi folosit cu succes ca radiotelefon și de către radioamatori. Primul tranzistor oscilează, datorită cuplajului realizat prin C_3 între colector și emitor, pînă cînd saturația periodică a bazei întrerupe oscilațiile, atunci producîndu-se și detecția semnalelor de radiofrecvență selectate de circuitul de acord. Curentul de audiofrecvență din circuitul emitorului este aplicat prin condensatorul C_1 pe baza tranzistorului care îndeplinește acum funcția de amplificator de audiofrecvență. Din circuitul de colector, curentul de audiofrecvență este aplicat prin transformatorul TR celui de al doilea tranzistor, care îndeplinește numai funcția de amplificator de audiofrecvență. În circuitul de colector al acestuia se montează căștile. La acest etaj remarcăm prezența filtrului for-

mat din R_5—C_6—C_7 ce atenuează fîşîitul caracteristic al superreacţiei. În lipsa filtrului fîşîitul devine supărător.

Montajul a fost conceput pentru recepţia în banda de 144 MHz, dar poate recepţiona în orice altă bandă de radioamatori,

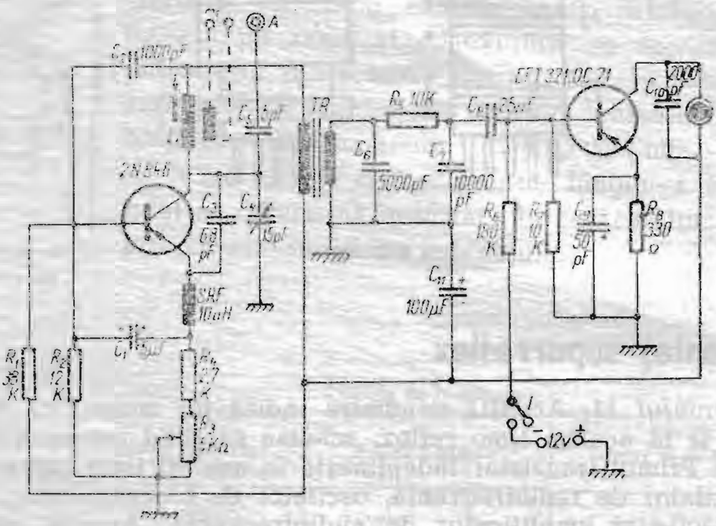


FIG. 170

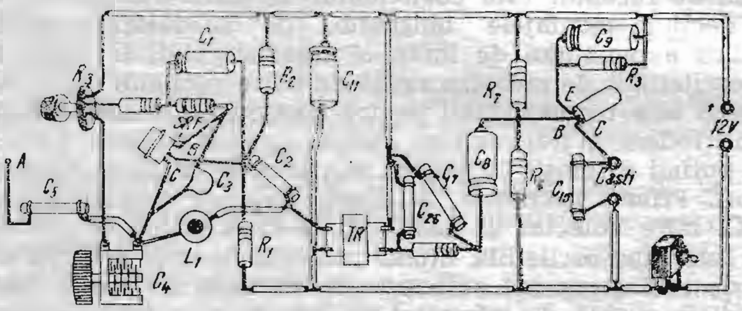


FIG. 171

prin schimbarea bobinei L_1 ce are 4 spire din conductor de cupru argintat sau cositorit, cu diametrul de 1 mm. Distanţa între spire este 1 mm, bobina fiind executată pe o carcasă de 12 mm diametru, prevăzută cu un miez magnetodielectric mobil.

Tranzistorul folosit este de tipul 2N846, 2N1500, П410 sau П411 pentru banda de 144 MHz. Poate fi folosit şi un tranzistor П403, însă randamentul va fi scăzut şi reglajul mai dificil. Pentru banda de 28 MHz pot fi folosite tranzistoare de tipul 2N1499, П403 sau chiar П 402.

În fig. 171 este indicată construcţia practică, pe o plachetă de material plastic, avîndu-se grijă deosebită ca la primul etaj conexiunile să fie cît mai scurte şi rigide. Pentru rezultate deosebite se va folosi o antenă directivă, de tip Yagi cu trei sau mai multe elemente, care se va cupla la receptor printr-o bobină de cuplaj, cu 1 1/2 spire din conductor de cupru argintat sau cositorit, pe aceeaşi carcasă cu L_1, aproximativ la distanţă de 4—5 mm de aceasta. Distanţa optimă dintre cele două bobine se reglează pînă la semnal maxim.

Montaj superheterodină

Montajul 12. În continuare, prezentăm un montaj superheterodină economic care foloseşte patru tranzistoare. Schema de principiu este dată în fig. 172. Primul tranzistor îndeplineşte atît funcţia de oscilator local, cît şi pe aceea de etaj de amestec între oscilaţia locală şi curentul de radiofrecvenţă selectat de circuitul de acord.

Condensatorul variabil dublu are o secţiune de 490 pF care se conectează la circuitul de intrare, şi o altă secţiune de 220 pF, care se conectează la circuitul oscilatorului. Bobina oscilatorului

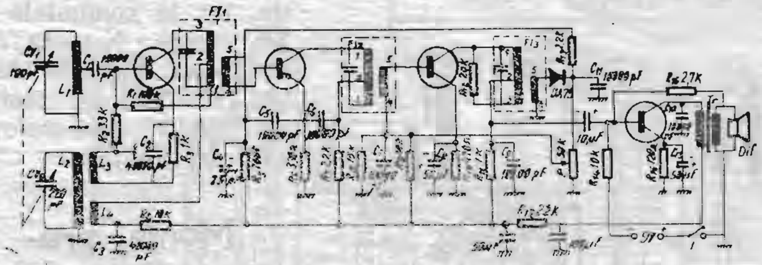


FIG. 172

este cuplată prin L_3 la circuitul emiţătorului şi prin L_4 la circuitul colectorului. Priza 2 de la primul transformator de frecvenţă in-

termediară ne permite să corectăm adaptarea impedanţelor. Transformatoarele de frecvenţă intermediară de 455 kHz sînt de tipul folosit în mod obişnuit în receptoarele cu tranzistoare industriale.

Cel de al doilea tranzistor lucrează ca amplificator de frecvenţă intermediară, ca şi cel de al treilea, cuplajul între etaje fiind asigurat prin transformatoarele de frecvenţă intermediară Fi_2 şi Fi_3.

De remarcat că cel de al treilea tranzistor este montat reflex, îndeplinind pe lîngă funcţia de amplificator de frecvenţă intermediară şi pe aceea de amplificator al semnalelor de audiofrecvenţă rezultate de la dioda cu germaniu OA 79.

Curentul de frecvenţă intermediară amplificat, care apare pe secundarul celui de al treilea transformator de frecvenţă intermediară, se aplică diodei cu germaniu OA 79 (sau de alt tip). După detecţie semnalele de audiofrecvenţă sînt aplicate celui de al treilea tranzistor şi apoi tranzistorului final care acţionează difuzorul. Reglajul de amplificare se realizează prin potenţiometrul P, de 5 kΩ.

Alimentarea primelor trei tranzistoare se face prin filtrul format de rezistenţa de 2,2 kΩ, decuplată de condensatorul de 100 μF. Montajul dispune şi de control automat al amplificării (CAA). O parte din curentul de audiofrecvenţă detectat este aplicat prin rezistenţa de 2,2 kΩ la baza primului tranzistor amplificator de frecvenţă intermediară. La semnale puternice, amplificarea etajului scade, iar la semnalele slabe, creşte. Aceasta compensează în parte fadingul (scăderea şi creşterea intensităţii semnalelor de radiofrecvenţă).

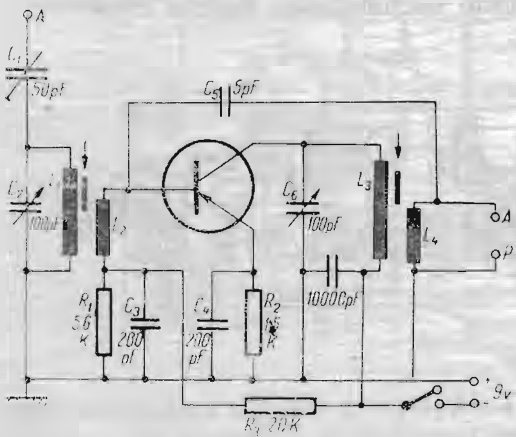


FIG. 173

Montaj preamplificator

Montajul 13. Preamplificator şi preselector. Preamplificatorul de antenă sau preselectorul

este un amplificator suplimentar de radiofrecvenţă intercalat între antenă şi receptor îmbunătăţind sensibilitatea şi selectivitatea acestuia.

Montajul din fig. 173 realizat cu un tranzistor de tipul OC171 sau П403 este un etaj amplificator de radiofrecvenţă prevăzut cu două circuite de acord L_1C_2, şi L_3C_6, condensatoarele variabile C_2 şi C_6 fiind montate pe acelaşi ax.

Curentul de radiofrecvenţă din antenă selectat de circuitul de acord C_2L_1 se aplică inductiv pe baza tranzistorului şi apare amplificat în circuitul acordat din colector L_3C_6, de unde se aplică inductiv prin L_4 la bornele de intrare ale receptorului.

Prin condensatorul C_5 se realizează o uşoară reacţie pozitivă care măreşte sensibilitatea şi selectivitatea. Dacă preselectorul intră în oscilaţie, se va micşora capacitatea lui C_5.

Condensatorul trimer C_1 serveşte la adaptarea antenei folosite, iar alinierea celor două circuite de acord se face cu ajutorul miezurilor feromagnetice reglabile. Bobinele se realizează pe carcase de 10 mm diametru, cu miez feromagnetic, şi au pentru

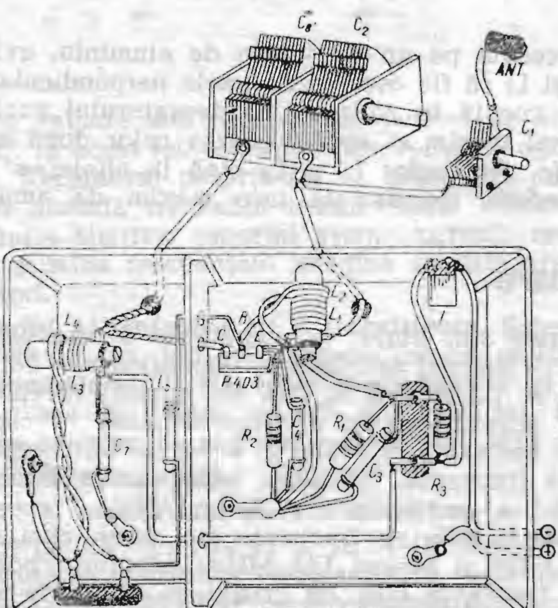


FIG. 174

benzile de 20, 40 şi 80 m următorul număr de spire: L_1 şi L_3, 17, 34 şi 68 spire alăturate, din conductor de cupru emailat, cu diametrul de 0,3 mm, iar L_2 şi L_4 2, 4 şi 8 spire alăturate, din conductor de cupru cu diametrul de 0,5 mm izolat în vinilin şi dispuse peste L_1 şi L_3. Alimentarea se face de la o baterie de 9 V, preselectorul fiind independent de receptor. Montajul practic (fig. 174

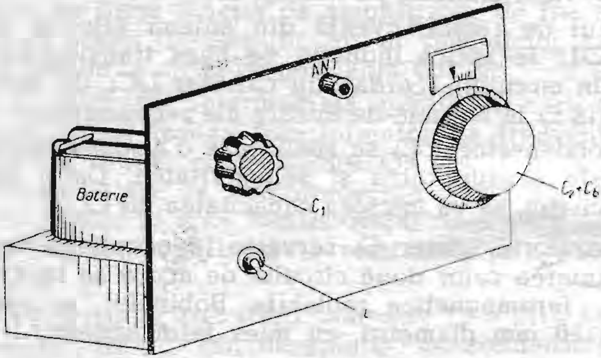


FIG. 175

şi 175) se execută pe un mic şasiu de aluminiu, avînd grijă ca bobinele L_1 şi L_3 să fie aşezate cu axele perpendiculare între ele.

Reglajul constă în rotirea condensatorului variabil dublu pînă la semnal maxim şi apoi mişcarea celor două miezuri feromagnetice ale bobinelor L_1 şi L_3 pînă la alinierea celor două circuite acordate, manifestată prin maxim de amplificare.

Adaptoare

Adaptoarele sînt etaje schimbătoare de frecvenţă, uneori prevăzute şi cu un etaj sau două de amplificare, a căror frecvenţă intermediară se încadrează în una din gamele receptorului. Cum, în general, adaptoarele se folosesc înaintea receptoarelor cu schimbare de frecvenţă, obţinem în acest fel un receptor cu dublă schimbare de frecvenţă. Folosirea adaptoarelor duce la mărirea considerabilă a sensibilităţii şi selectivităţii receptoarelor, în special pentru benzile cu frecvenţe mai mari, cum sînt cele de 14; 21; 28 MHz şi uneori 144 MHz. Adaptorul poate avea un oscilator cu frecvenţă fixă, cu cristal de cuarţ, în care caz recepţia emisiunilor se face prin manevrarea circuitelor de acord ale receptorului. Adaptorul poate fi şi cu frecvenţa variabilă, în

care caz receptorul propriu-zis rămîne acordat pe o singură frecvență. Deoarece primele sînt mai greu realizabile din lipsa unor cristale de cuarț adecvate, radioamatorii construiesc mai întotdeauna adaptoare cu frecvența variabilă.

Adaptorul nu este altceva decît un etaj convertor (schimbător de frecvență) la ieșirea căruia găsim o frecvență interme-

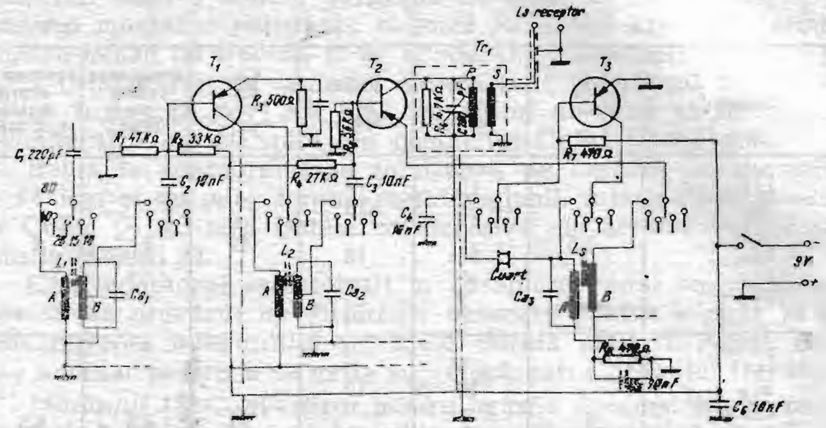


FIG. 176

diară de o valoare mai ridicată (în general de ordinul a 1 300—1 600 kHz). În acest fel, separarea frecvenței-imagine se face mult mai ușor. Receptorul propriu-zis se acordează cu circuitele de intrare pe această frecvență intermediară. Folosirea adaptorului îmbunătățește simțitor raportul semnal/parazit, respectiv sensibilitatea și elimină frecvențele imagine supărătoare în benzile de radioamatori.

Montajul 14. Adaptor cu 3 tranzistoare. Schema adaptorului este arătată în fig. 176 și cuprinde amplificatorul de radiofrecvență, schimbătorul de frecvență și oscilatorul cu cuarț, echipate cu tranzistoare de același tip AF 115, EFT 317, П 403, OC 171. Acoperirea benzilor de radioamatori se face prin acordul variabil al receptorului propriu-zis.

Circuitele adaptorului permit acoperirea celor 5 benzi de radioamatori de 3,5 ; 7 ; 14 ; 21 și 28 MHz. Alinierea circuitelor se face cu ajutorul miezurilor feromagnetice reglabile ale bobinelor. Bobinajele L_3 sînt acordate pe frecvențele fundamentale ale cristalelor de cuarț folosite și anume : 5 500 kHz pentru benzile de

3,5 şi 7 MHz; 12 500 kHz pentru banda de 14 MHz, 19 500 kHz pentru banda de 21 MHz şi 26 MHz pentru banda de 28 MHz.

Pe scara receptorului benzile de radioamatori se găsesc astfel: banda de 3,5 MHz în domeniul 1 700—2 000 kHz; banda de 7 MHz în domeniul 1 500—1 600 kHz, banda de 15 MHz în domeniul 1 500—1 850 kHz, banda de 21 MHz în domeniul 1 500—1 950 kHz, banda de 28 MHz în domeniul 2 000—3 200 MHz.

Tabelul 23

Bobina	Gama MHz	Număr de spire	Priză la spira	Ca_1 Ca_2 Ca_3 pF	Frecvenţa cristal cuarţ MHz	Frecvenţa acord bobină $L_{3}A$ MHz
L_{1A} L_{1B} L_{2A} L_{2B} L_{3A} L_{3B}	3,5	10 55 9 55 40 7	— 18 — 18 — —	47	5	5
L_{1A} L_{1B} L_{2A} L_{2B} L_{3A} L_{3B}	7	6 33 4 33 28 4	— 12 — 12 — —	33	8,5	8,5
L_{1A} L_{1B} L_{2A} L_{2B} L_{3A} L_{3B}	14	5 20 4 20 18 3	— 8 — 8 — —	22	5,17	15,51
L_{1A} L_{1B} L_{2A} L_{2B} L_{3A} L_{3B}	21	3 12 3 12 11 3	— 5 — 5 — —	15	7,5	22,5
L_{1A} L_{1B} L_{2A} L_{2B} L_{3A} L_{3B}	28	3 9 3 9 8 3	— 4 — 4 — —	10	5,9	29,5

Ca soluţie constructivă adaptorul se realizează în compartimente izolate prin blindaje metalice.

Comutarea gamelor se face cu ajutorul unui comutator cu 3 galeţi avînd 7 poziţii, fiecare cu 6 contacte. Pe schemă sînt reprezentate bobinele şi cristalul de cuarţ corespunzătoare unei singure benzi.

Transformatorul de frecvenţă intermediară Tr_1 are primarul P constituit dintr-o bobină obişnuită de unde medii, în paralel cu care s-a montat o rezistenţă chimică R_6 — 4,7 kΩ ce determină lărgirea benzii de trecere, şi un condensator ajustabil C — 200 pF. Acest condensator se reglează astfel, încît receptorul fiind acordat pe frecvenţa de 1 300 kHz, zgomotul de fond să fie maxim. Secundarul S are 30 spire din conductor CuEm ∅ 0,3 mm.

Bobinele adaptorului se realizează pe carcase cu diametrul de 14 mm şi cu miez feromagnetic reglabil, folosindu-se conductor CuEm ∅ 0,3 mm. Datele constructive ale acestor bobine sînt date în tabelul 23.

Cînd adaptorul este folosit în apropierea unui emiţător, este bine să fie prevăzut un dispozitiv oarecare pentru a pune la pămînt intrarea adaptorului pe toată durata emisiei. Acest lucru este necesar pentru a se evita supraîncărcarea primului tranzistor.

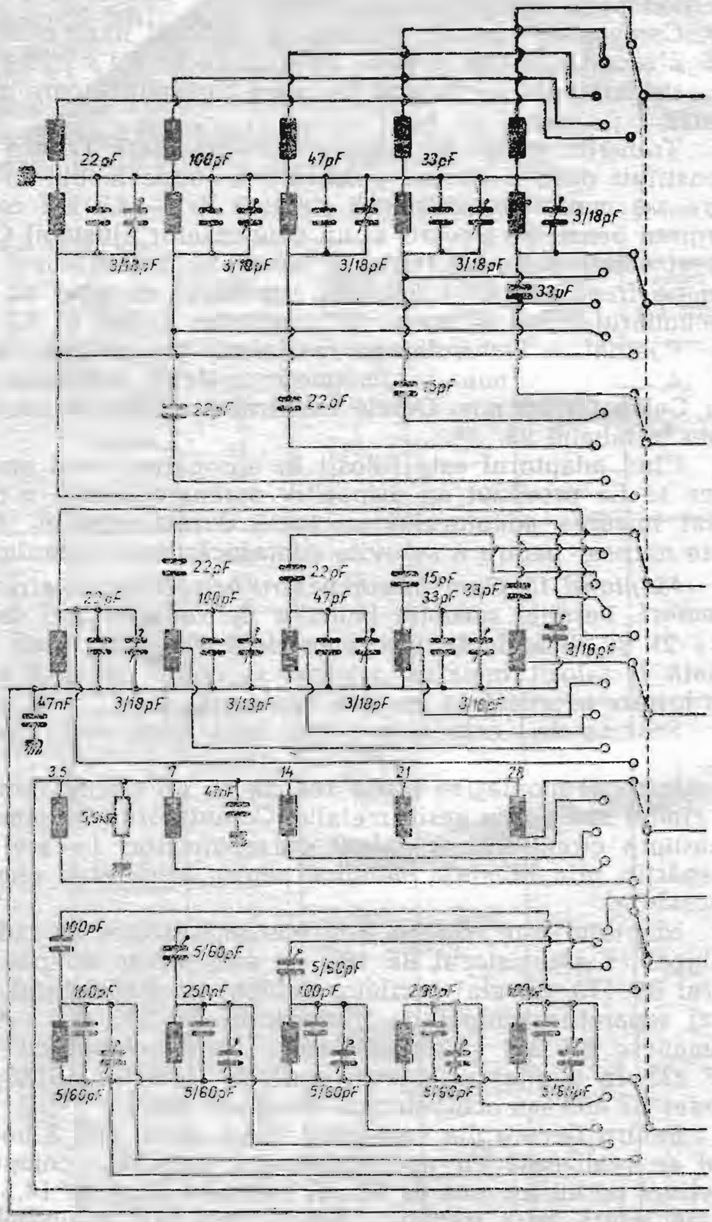
Montajul 15. Convertizor pentru benzile decametrice de radioamatori. Permite recepţia benzilor de radioamatori de 3; 5; 7; 14; 21 şi 28 MHz în frecvenţa de 1 600 KHz, ceea ce face să poată fi folosit înaintea oricărui receptor de casă sau maşină, cu intrare acordată pe această frecvenţă.

Schema de principiu a convertizorului este prezentată în fig. 177.

Întregul montaj se poate realiza pe un circuit imprimat, fixat la rîndul său pe un şasiu metalic. Comutatorul de game este fixat deasupra circuitului şi galeţii corespunzători fiecărei game sînt despărţiţi prin blindaje metalice pentru asigurarea unei stabilităţi deosebite.

Montajul este compus dintr-un amplificator de radiofrecvenţă echipat cu tranzistorul BF 167, un etaj mixer echipat cu tranzistorul BF 173, un etaj oscilator echipat cu tranzistorul BF 167, un etaj separator echipat cu tranzistorul BF 233 sau echivalentul românesc BF 254 şi un oscilator local echipat cu tranzistorul BF 233. În montaj mai avem o diodă Varactor 1S145 şi o diodă Zener BZ 463 sau echivalentul românesc Dz9V1.

Pentru fiecare din cele cinci benzi avem cîte 3 bobine. Acordul se realizează cu un condensator variabil compus din trei secţiuni pe un ax, una de 95 pF, celelalte două de 14,5 pF fiecare. O deosebită grijă trebuie acordată realizării bobinajelor.


22pF
100pF
47pF
33pF
3/18pF
3/18pF
3/18pF
3/18pF
3/18pF
33pF
15pF
22pF
22pF
22pF
22pF
15pF
22pF
100pF
47pF
33pF
33pF
3/18pF
47nF
3/18pF
3/13pF
3/18pF
3/18pF
3,5
7
14
21
28
47nF
100pF
5/60pF
5/60pF
100pF
250pF
100pF
5/60pF
5/60pF
5/60pF
5/60pF
5/60pF

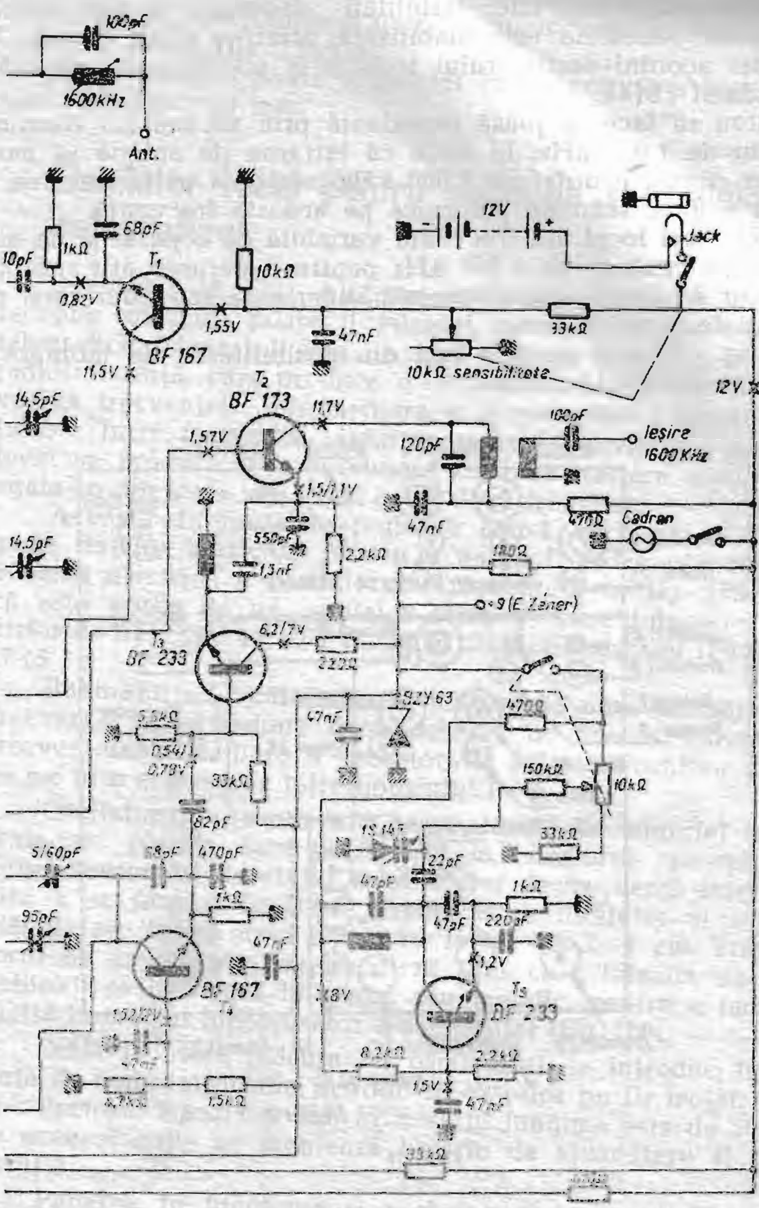

100pF
1600kHz
Ant.
10pF
1kΩ
68pF
T1
0,82V
10kΩ
1,55V
BF 167
11,5V
47nF
12V
Jack
33kΩ
10kΩ sensibilitate
12V
T2
BF 173
11,7V
14,5pF
1,57V
100pF
120pF
Ieșire
1600 KHz
1,5/1,1V
47nF
470Ω
Cadran
14,5pF
550pF
2,2kΩ
1,3nF
180Ω
9(E Zéner)
6,2/7V
T3
BF 233
222Ω
BZY 63
47nF
470Ω
5,6kΩ
0,54/1,
0,79V
33kΩ
150kΩ
10kΩ
82pF
33kΩ
5/60pF
68pF
470pF
22pF
1kΩ
1kΩ
95pF
47pF
47pF
220pF
47nF
1,2V
BF 167
T4
T5
BF 233
1,52/2V
47nF
8,2kΩ
2,2kΩ
15V
47nF
6,7kΩ
1,5kΩ
33kΩ

FIG. 177

Pentru asigurarea unei stabilităţi deosebite a oscilatorului alimentarea acestuia este stabilizată printr-o diodă Zener. De menţionat acordul oscilatorului local prin schimbarea capacităţii Varactorului 1S145.

Ieşirea se face în joasă impedanţă prin secundarul transformatorului de 1 600 kHz. În serie cu intrarea de antenă se montează un circuit acordat pe 1 600 kHz pentru a evita intrarea în receptor a unor semnale puternice pe această frecvenţă.

Oscilatorul local are frecvenţa variabilă de o parte şi de alta a frecvenţei centrale de 1 600 kHz pentru a permite atît recepţia semnalelor B.L.U. cu bandă laterală superioară sau inferioară, cît şi a semnalelor telegrafice.

În fig. 178 este arătată una din posibilităţile de montare a pieselor pe circuitul imprimat.

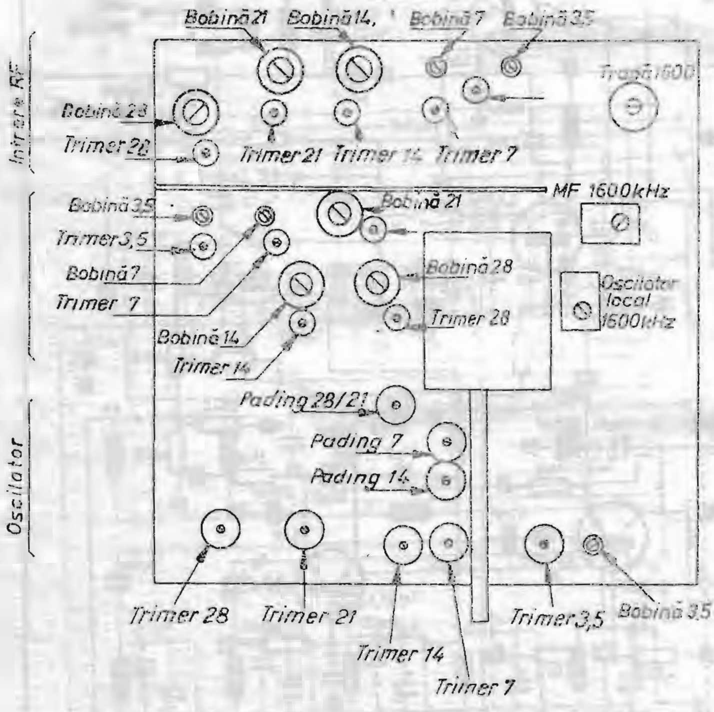


FIG. 178

În condiţiile unei realizări îngrijite cu piese de calitate, montajul asigură o sensibilitate sub 1μV pe toate benzile, con-

diţionat însă de folosirea unui receptor auxiliar sensibil, şi un cîştig de semnal de cca 30dB.

Convertizorul poate fi montat într-o cutiuţă avînd dimensiunile 180×180×90 mm.

Oscilator local pentru recepţia semnalelor telegrafice

Montajul 16. Cu ajutorul unui asemenea oscilator orice receptor obişnuit poate fi adaptat pentru recepţia semnalelor telegrafice. Montajul este de fapt compus dintr-un oscilator de radiofrecvenţă, care produce o oscilaţie continuă, cu o frecvenţă vecină frecvenţei intermediare a receptorului superheterodină folosit. Între frecvenţa intermediară şi frecvenţa oscilatorului local se produce o heterodinare care dă naştere unei frecvenţe egale cu diferenţa sau suma celor două frecvenţe.

Această diferenţă se reglează astfel, încît să se situeze în gama notelor muzicale, pentru a putea fi percepută cu urechea. Schema electrică a oscilatorului prezentată în fig. 179 ne arată că este vorba de un oscilator Hartley, care foloseşte un tranzistor de tipul OC 44, EFT 307, EFT 308, EFT 317 sau П 13, П 14, П 15.

Bobinajul de oscilaţie este înfăşurarea unui transformator de frecvenţă intermediară care lucrează pe aceeaşi frecvenţă cu frecvenţa intermediară a receptorului folosit. Pornirea şi oprirea se fac prin acţionarea întreruptorului I.

Oscilatorul se realizează pe o plăcuţă de material izolat sau material plastic, care se fixează în interiorul receptorului la cîţiva centimetri de etajul amplificator de frecvenţă intermediară, fără a se face o legătură directă între oscilator şi acest etaj. Plăcuţa are forma unui pătrat cu latura de 3—4 cm. Transformatorul de frecvenţă intermediară (din care folosim un singur bobinaj) se lasă fără blindajul său metalic, pentru a permite radiaţia în mediul înconjurător a oscilaţiilor (fig. 180).

După montare plăcuţa cu oscilatorul se introduc într-o cutiuţă de material plastic, scoţînd în exterior un fir izolat, conectat la colectorul tranzistorului, fir a cărui lungime este de 30—40 cm. În aceeaşi cutie se montează bateria de alimentare şi întreruptorul I.

Punerea în funcţiune şi reglarea sînt simple. Se introduce cutiuţa cu oscilatorul fie în interiorul aparatului, lîngă etajul de frecvenţă intermediară (în cazul unui receptor cu dimensiuni mai

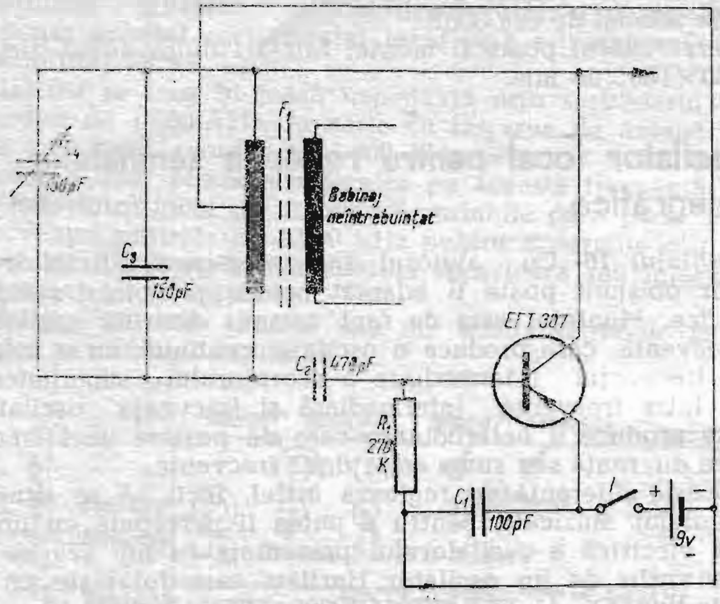


FIG. 179

mari), fie pe învelișul exterior, în cazul aparatelor mici, cu tranzistoare. În acest din urmă caz, firul izolat se înfășoară pe cutia aparatului.

Se pornește oscilatorul acționînd întreruptorul I și se caută la receptor un post de emisie care se aude mai slab. Se reglează trimerul C_4 pînă auzim în difuzor un semnal acustic, a cărui frecvență o stabilim la alegere. În acest moment aparatul poate recepționa orice stație ce lucrează în telegrafie. Semnalele se vor auzi sub forma unui sunet muzical întrerupt, care formează linii și puncte, corespunzător textului transmis. Trecînd cu receptorul în una din benzile de radioamatori, de exemplu pe 7 MHz, vom recepționa emisiunile în telegrafie, pe care fără acest oscilator local nu le-am putea urmări.

Receptor pentru „Vînătoarea de vulpi"

La capitolul „Traficul de radioamator" se arată în ce constau competițiile radiomatorilor denumite „vînătoare de vulpi". În continuare prezentăm un montaj de receptor adaptat acestui gen de competiții.

Montajul 17. O cerinţă a receptoarelor pentru „vînătoarea de vulpi" o constituie dimensiunile, care trebuie să fie cît mai reduse. De aceea, odată cu răspîndirea tranzistoarelor se preferă pentru acest gen de competiţii receptoarele alcătuite cu astfel de elemente, care la aceeaşi sensibilitate, asigură un montaj mult mai uşor şi de dimensiuni mai reduse ca în cazul receptoarelor cu tuburi electronice. Montajul descris în continuare are numai 350 grame, inclusiv sursa de alimentare, o sensibilitate de 2 µV şi lucrează în banda de 3,5 MHz.

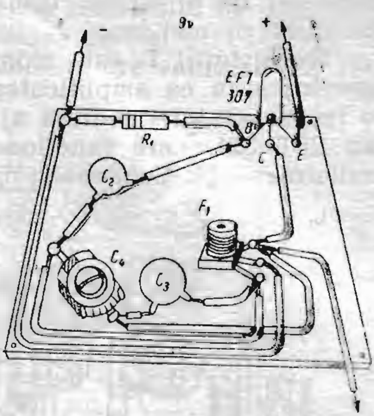


FIG. 180

Schema de principiu este prezentată în fig. 181. Din ea rezultă că vom folosi şase tranzistoare, din care patru lucrează în radiofrecvenţă, iar două în audiofrecvenţă.

Circuitul de antenă, format din bobina L_1 (înfăşurată pe o bară de ferită), împreună cu C_1 şi C_2, are o caracteristică bidirecţională (în formă de 8).

Cu ajutorul unei antene verticale conectate prin intermediul rezistenţei R_1 obţinem o caracteristică de directivitate unidirecţională cunoscută sub denumirea de „cardioidă", foarte utilă în cazul „vînătorii de vulpi".

Semnalele din circuitul de antenă trec prin inducţie în L_2, de unde ajung la baza primului tranzistor amplificator de radiofrecvenţă, de tip П 402, EFT 317, EFT 308 sau EFT 307. Regimul de lucru al acestui tranzistor se alege în funcţie de polarizarea bazei prin rezistenţa R_2. În circuitul de colector găsim grupul L_3C_5. Condensatorul C_4 serveşte la neutrodinarea etajului, în vederea împiedicării oscilaţiilor parazite; valoarea sa se alege experimental în timpul reglajelor. Schimbătorul de frecvenţă cu tranzistorul П 402 sau echivalentul său, arătat mai sus, primeşte pe bază semnalul de la primul tranzistor prin intermediul lui L_4 şi C_6. Oscilatorul local funcţionează după schema „în trei puncte", circuitul de acord fiind format din L_5C_8 şi C_9.

Primul transformator de frecvenţă intermediară format din L_7C_{10} C_{11}—L_8C_{13} şi L_9C_{15} împreună cu condensatoarele C_{12} şi C_{14}

atacă cel de al treilea tranzistor de tip П 401 sau echivalenţii româneşti de mai sus.

Tranzistorul T_3 este montat în cascadă cu T_4 (de acelaşi tip) care lucrează ca amplificator acordat. De la bobina L_{11} curentul de frecvenţă intermediară ajunge la tranzistorul T_5, de tip П 13 sau EFT 321, care funcţionează ca detector şi amplificator de audiofrecvenţă. Condensatorul C_{21} serveşte la filtrarea resturilor de

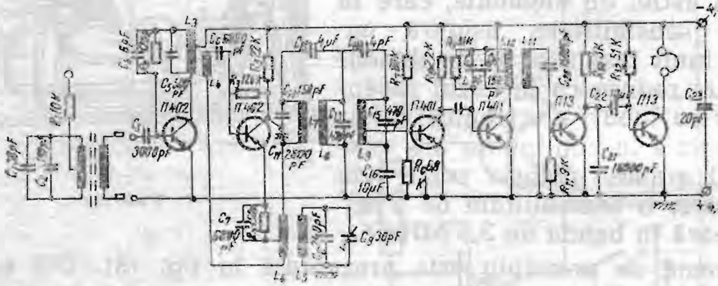


FIG. 181

frecvenţă intermediară. Ultimul etaj, echipat tot cu un tranzistor П 13 sau EFT 321, este amplificatorul final de audiofrecvenţă. Casca va fi de tipul cu rezistenţă internă scăzută.

Radioreceptorul se montează pe o placă de pertinax sau material plastic cu dimensiunile 118/57/2 mm. Detaliile se fixează pe o plăcuţă, prin intermediul unor capse sau nituri din cupru (fig. 182). Datele bobinelor se găsesc în tabelul 24. Bobinele L_1 şi L_2 se înfăşoară pe o bară de ferită cu diametrul de 8 mm şi lungimea de 150 mm. L_2 se bobinează peste L_1. Bobinele L_3 şi L_4 se înfăşoară pe o carcasă din polistiren cu diametrul de 7,5 mm şi lungimea de 17 mm; L_3 are priză la mijlocul înfăşurării, iar L_4 se bobinează peste L_3. În fig. 183 este reprezentată construcţia ansamblului L_5L_6, înfăşurate pe acelaşi fel de carcasă ca şi L_3L_4; priza pe L_6 se ia la spira 2 de la capătul legat la masă. Înfăşurările $L_7L_8L_9$ au cîte 250 μH şi se bobinează pe carcase cu miez de ferită, fiind ecranate. L_9 are priza la spira 10. Bobinele L_{10} şi L_{11} se înfăşoară pe acelaşi fel de carcasă, avînd 400, respectiv 300 μH.

Reglajele aparatului încep cu partea de audiofrecvenţă. Cu ajutorul unui generator audio se aplică un semnal de 20 mV la baza lui T_6, printr-un condensator cu o capacitate mai mare de

1 μF. Se ajustează R_{12} pînă la obţinerea maximului de audiţie în cască. La o funcţionare normală tensiunea de ieşire la bornele de cască este de 0,2 V. Frecvenţa intermediară are valoarea 465 kHz.

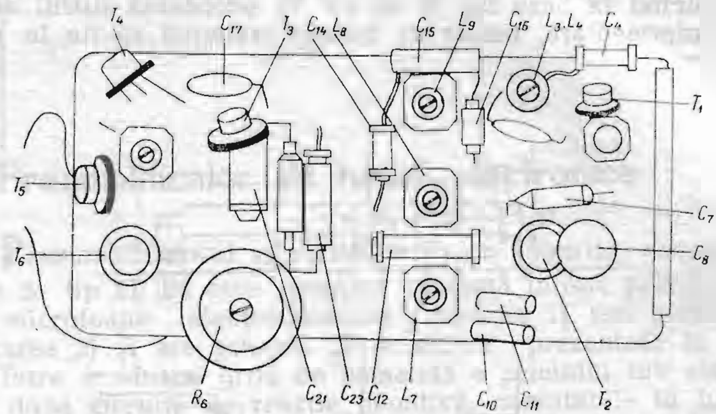


FIG. 182

Aplicînd un semnal de 50 mV modulat 30% printr-un condensator de 0,01 μF la baza tranzistorului T_5, tensiunea de ieşire va fi 0,2 V. Pentru acordul frecvenţei intermediare se aplică o

Tabelul 24

Bobina	Număr de spire	∅ conductor mm
L_1	12	0,25
L_2	1,5	0,25
L_3	44	0,25
L_4	3	0,2
L_5	35	0,25
L_6	5	0,2
L_7	3×33	5×0,06
L_8	3×33	5×0,06
L_9	3×33	5×0,06
L_{10}	2×65	0,1
L_{11}	100	0,1

tensiune de 20 mV prin condensator la baza lui T_4 şi se acordă L_{10} pînă la maximum de semnal la ieşire. În timpul acordului se reduce tensiunea de radiofrecvenţă, astfel ca la ieşire să avem

totdeauna 0,2 V. Dacă în timpul acordului apar autooscilații, se ajustează C_{18} pînă la dispariția lor. Sensibilitatea acestui etaj este de 200 μV. Pentru etajul aperiodic se ajustează R_7 pînă ce coeficientul de amplificare în tensiune este 10.

Aplicînd la baza lui T_2 40 μV se acordează filtrul de frecvență intermediară, banda de trecere trebuind să fie în jurul a

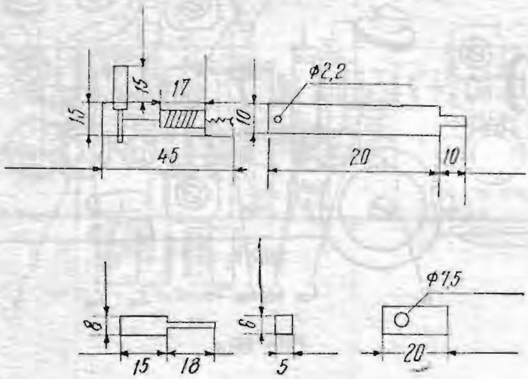


FIG. 183

5 kHz. Dacă este mai mare, se micşorează valoarea condensatoarelor $C_{12}C_{14}$.

Frecvența oscilatorului trebuie să poată fi variată cu ajutorul „ferovariometrului" în limitele 2 945—3 445 kHz, iar frecvența de intrare între 3,4—3,9 MHz. Pentru acordul etajului de radiofrecvență se aplică un semnal de 3,55 MHz la baza tranzistorului T_1 şi se acordă L_3C_5. Circuitul de intrare se acordă pe 3,65 MHz, cuplînd heterodina la ferită prin intermediul unei spire. Se reglează apoi R_1, astfel încît împreună cu antena verticală să asigure recepția unidirecțională „cardioidă". După efectuarea tuturor reglajelor, receptorul poate fi folosit în concurs.

Montaje practice de amplificatoare de audiofrecvență cu tuburi electronice

Preamplificator cu tuburi electronice

Preamplificatorul funcționează cu tuburile electronice T_1 și T_2 de tip EF 86 este prevăzut cu două intrări pentru picupuri sau microfoane electrodinamice (Intrarea 1) sau piezoelectrice (Intrarea 2) și are schema de principiu prezentată în fig. 184.

Între anodul și grila de comandă a primului tub sînt conectate două circuite de reacție negativă, comutabile în funcție de tipul sursei de semnale folosite la intrarea amplificatorului. În

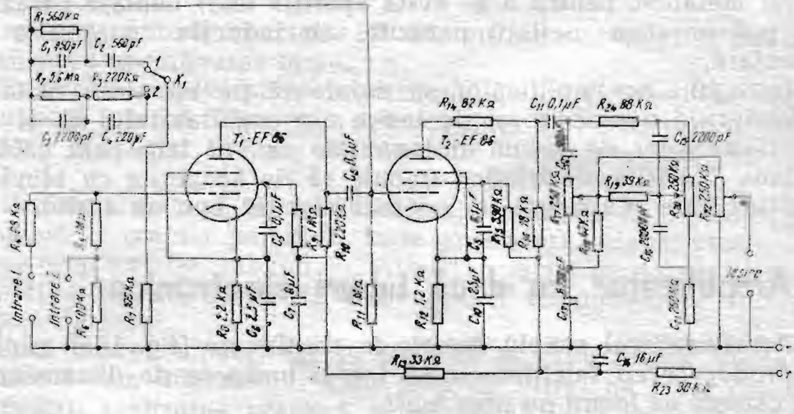


FIG. 184

cazul unui microfon electrodinamic, comutatorul K_1 va fi închis în poziția 1, iar în cazul unui microfon piezoelectric, în poziția 2.

Circuitul de reacție negativă produce o diminuare a distorsiunilor de neliniaritate, reducînd totodată impedanța circuitului grilei de comandă și avînd ca urmare reducerea substanțială a zgomotului de fond.

În circuitele de intrare ale fiecărui canal sînt conectate rezistenţe serie care permit reglarea sensibilităţii fiecăruia.

Al doilea etaj de amplificare cu tubul T_2 are conectat la ieşire circuite de reglare a tonalităţii, separat pentru frecvenţe joase şi înalte. Nivelul maxim al semnalului se reglează la ieşirea tubului T_2 prin variaţia raportului dintre rezistenţele R_{14} şi R_{16}, suma lor fiind însă egală cu 100 kΩ.

Valorile rezistenţelor R_{14} şi R_{16}, indicate în schemă, corespund amplificatorului de 10 W descris la pag. 355.

Reglajul volumului se face prin intermediul potenţiometrului R_{22}.

Rezistenţa R_{23} şi condensatorul C_{14}, care formează un filtru pentru tensiunea de alimentare, se vor monta de preferinţă lîngă sursa de alimentare.

Caracteristicile preamplificatorului sînt :

— sensibilitatea maximă : 3 mV ;
— coeficientul de distorsiuni : 0,13% ;
— impedanţa de intrare la 1 kHz : 100 kΩ ;
— gama frecvenţelor reproduse : 20—17 000 Hz ;
— tensiunea de ieşire : 40 mV.

La realizarea montajului se va da o deosebită atenţie blindajelor metalice, pentru a se evita apariţia unor cuplaje parazite, care pot provoca oscilaţii parazite sau inducţia curenţilor de alimentare.

Întregul preamplificator se montează pe un şasiu metalic, iar legăturile de intrare şi de ieşire ale comutatorului K_1 şi ale potenţiometrelor de volum şi tonalitate se vor face prin cabluri blindate. Tuburile electronice trebuie să fie acoperite cu blindaje cilindrice care realizează un contact electric bun cu şasiul.

Amplificator cu două tuburi electronice

Amplificatorul simplu descris în continuare (fig. 185) asigură o reproducere cu fidelitate bună într-o încăpere de dimensiunea unei camere de locuit nu prea mari.

Principalele caracteristici ale amplificatorului sînt :

— gama de frecvenţe pentru neuniformitate de 2 dB : 30—12 000 Hz ;

— puterea maximă de ieşire : 4 W ;

— raportul între semnalul util şi zgomotul de fond produs de amplificator avînd potenţiometrul de volum la zero : 60 dB ;

— distorsiunile neliniare pentru o putere de ieşire de 2 W : 1% ;

— sensibilitatea amplificatorului pentru o putere de ieşire de 2 W : 1 mV.

Pe schema din fig. 185 se observă că semnalul de intrare — prin intermediul potenţiometrului de volum R_1 şi al unei rezistenţe de reducere a posibilităţii de oscilaţie la frecvenţe înalte R_2 — se aplică pe grila tubului amplificator de tensiune T_1. Acest

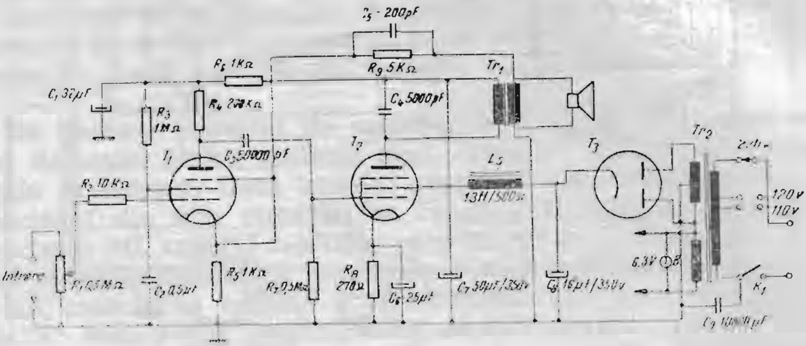


FIG. 185

tub este o pentodă specială EF 86, cu zgomot mic, antimicrofonică şi cu amplificarea mare.

Semnalul amplificat la o tensiune de cîţiva volţi se aplică din anodul tubului T_1 pe grila tubului final T_2. Acest etaj lucrează în clasa A, regim în care distorsiunile neliniare sînt cele mai mici.

Pentru a reduce în continuare distorsiunile de neliniaritate, se aplică o reacţie negativă între secundarul transformatorului de ieşire şi catodul tubului T_1. Această reacţie micşorează neuniformităţile caracteristicii de frecvenţă şi îmbunătăţeşte raportul semnal/zgomot.

Alimentarea montajului se face de la un redresor dublă — alternanţă prin intermediul unui grup de filtraj de bună calitate.

Pentru realizarea practică a amplificatorului se foloseşte un şasiu din tablă de aluminiu cu grosimea de 1,5 mm, cu înălţimea de 60 mm, lăţimea de 200 mm şi lungimea de 300 mm (fig. 186).

Pentru conexiuni se vor întrebuinţa conductoare cît mai scurte. Legăturile de la bornele de intrare la grila tubului T_1 se realizează cu conductoare ecranate. Conexiunile la şasiu vor fi realizate astfel, încît să asigure un contact electric stabil. Firele de alimentare de la reţea se vor răsuci între ele, pentru a mic-

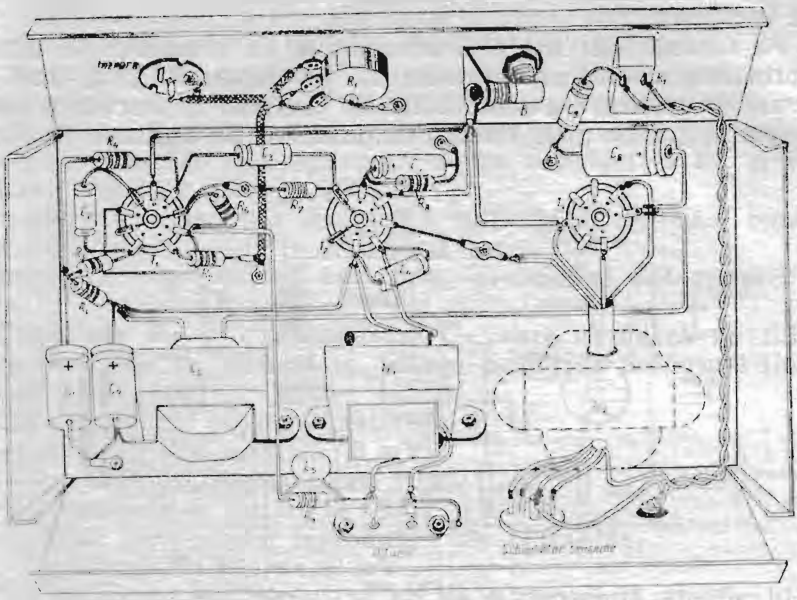


FIG. 186

șora cîmpul perturbator produs. Este bine să se procedeze la fel și cu conexiunile de filament.

La dispunerea transformatorului de ieșire Tr_1 se va avea în vedere ca axul bobinajului său să fie perpendicular pe axele bobinajelor transformatorului de rețea Tr_2 și a bobinei de filtraj L_S.

Transformatorul de ieșire se realizează pe un miez din tole de ferosiliciu cu secțiunea de 5 cm^2 (de exemplu: tole E10+I10 cu grosimea pachetului de tole de 25 mm).

Înfășurarea primară constă din 3 500 spire din conductor CuEm ∅ 0,18 mm, iar cea secundară — pentru un difuzor cu impedanța de 4 Ω — are 100 de spire din conductor CuEm ∅ 0,8 mm.

Tolele se asamblează cu întrefier, introducînd între cele două părți ale tolelor o fîșie de preșpan cu grosimea de 0,2 mm.

Transformatorul de rețea Tr_2, cu puterea de aproximativ 40 VA, are un miez cu secțiunea de 8 cm^2. Înfășurarea primară are 550+50+500 spire din conductor CuEm ∅ 0,4/0,4/0,28 mm. Înfășurarea secundară pentru alimentarea anodică are 2×1 300

spire din conductor CuEm ∅ 0,18 mm, iar cea de filamente are 33 spire, din conductor CuEm ∅ 1 mm.

Bobina de filtraj L, are un miez cu secţiunea de 3 cm^2 şi o înfăşurare de 1 500 spire din conductor CuEm ∅ 0,2 mm.

Tubul T_2 este de tipul 6A Q5, EL 90 sau 6 П1П iar tubul T_3 — 6X4, EZ80, EZ90 sau 6Ц 4П.

Este recomandabil ca difuzorul utilizat să aibă o putere de minimum 4 W; diametrul său este 160—220 mm.

La punerea în funcţiune a amplificatorului, la început se introduce în soclu numai tubul T_3 şi se măsoară tensiunile de alimentare. Dacă acestea sînt corecte, se alimentează şi tuburile T_1 şi T_2.

Se desface circuitul de reacţie negativă de la transformatorul de ieşire şi, cu ajutorul unei surse de semnal, se verifică audiţia în difuzor. Dacă sunetul reprodus este nedistorsionat se conectează din nou circuitul de reacţie. În cazul în care, prin conectarea lui, sunetul reprodus este însoţit de oscilaţii, se inversează capetele înfăşurării secundare a transformatorului de ieşire.

La conectarea corectă a transformatorului de ieşire reacţia negativă micşorează sensibilitatea amplificatorului. Pentru mărirea sensibilităţii amplificatorului în detrimentul fidelităţii, se poate suprima reacţia negativă prin excluderea grupului C_5, R_5 şi prin conectarea unui condensator electrolitic de 10 . . . 30 μF, 6 V în paralel cu rezistenţa R_5.

Deşi amplificatorul nu este prevăzut cu reglaj de ton, acesta se poate realiza conectînd între anodul tubului T_2 şi masă un condensator de 10 nF în serie cu un potenţiometru de 0,5—1 MΩ.

Amplificator de 10 W

Amplificatorul descris în continuare poate asigura o putere de audiofrecvenţă de 10 W, suficientă pentru sonorizarea unei încăperi sau unei săli de dimensiuni relativ reduse.

Schema nu este complicată (fig. 187), ceea ce permite realizarea ei cu uşurinţă.

Frecvenţele reproduse de acest amplificator fără o atenuare supărătoare sînt cuprinse între 30 şi 17 000 Hz, ceea ce-l apropie de un amplificator cu fidelitate obişnuită, a cărui gamă de lucru este 25 . . . 20 000 Hz.

La intrarea amplificatorului se găsesc potenţiometrele R_3 şi R_5 care permit controlul independent al frecvenţelor înalte şi respectiv joase. Prin folosirea circuitului de reacţie negativă C_6, R_7, se reduce factorul de distorsiuni şi poate fi reprodusă o gamă

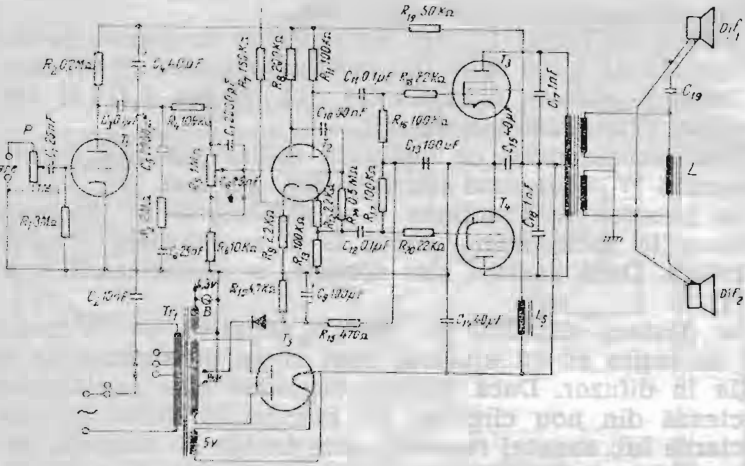


FIG. 187

de frecvenţe audio mai largă decît în cazul unui amplificator obişnuit.

Funcţiunile celor 5 tuburi folosite în schemă sînt următoarele :

— tubul T_1, de tipul 65 Q7, 6AT6 sau EBC41, funcţionează ca preamplificatoare de audiofrecvenţă ;

— tubul T_2, de tipul ECC83, 6SL7 sau 12AT7, îndeplineşte funcţiile de amplificator şi inversor de fază ;

— tuburile T_3 şi T_4, de tipul EL84, EL41, 6V6 sau 6П6, funcţionează ca amplificatoare finale de audiofrecvenţă în contratimp, clasă AB_1 ;

— tubul T_5 — 5Ц 3C este un tub redresor.

Schema acestui amplificator nu diferă substanţial de schemele clasice. Se remarcă existenţa circuitului pentru controlul tonului şi a circuitului de reacţie negativă conectat între un capăt al secundarului transformatorului Tr_2 şi catodul primei triode a tubului T_2. Reglajul volumului se face cu ajutorul potenţiometrului P.

Transformatorul de ieşire Tr_2 se realizează pe un miez din tole E14, grosimea pachetului de tole fiind 30 mm. Primarul este format din patru înfăşurări identice P_1—P_4 ce se leagă în serie-

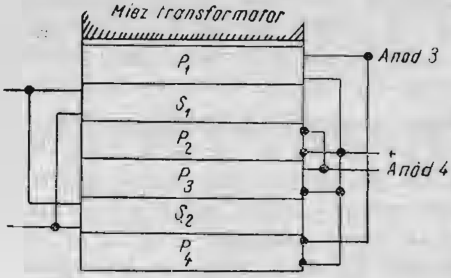


FIG. 188

paralel, iar secundarul din două înfăşurări S_1, S_2 care se leagă în paralel.

Realizarea acestui transformator este complicată, însă transformatorul asigură o simetrie foarte bună, un grad de reacţie negativă suficient de mare şi performanţe excelente amplificatorului.

Bobinarea se începe cu primarul P_1 care este format din 1 650 spire din conductor CuEm ∅ 0,12 mm. Se întoarce carcasa şi se bobinează în continuare una din înfăşurările secundare S_1 care conţine 100 spire din conductor CuEm ∅ 0,6 mm şi are o impedanţă de 6Ω. Apoi se bobinează înfăşurările primare P_2 şi P_3 şi înfăşurarea secundară S_2 cu acelaşi număr de spire ca şi P_2, P_3. Se întoarce din nou carcasa şi se bobinează înfăşurarea P_4.

Modul de aşezare al înfăşurărilor este prezentat în fig. 188.

Înfăşurările P_1 cu P_4 şi P_2 cu P_3, ca şi S_1 cu S_2 se leagă în paralel.

Deoarece P_2 şi P_3 sînt bobinate în sens invers cu P_1 şi P_4, sfîrşitul înfăşurării P_1 se leagă cu sfîrşitul înfăşurării P_2.

Tot pentru o reproducere cît mai fidelă se vor întrebuinţa două difuzoare magnetice: Dif_1 cu diametrul 80 ... 100 mm, pentru reproducerea frecvenţelor înalte, şi Dif_2 cu diametrul 200 ... 250 mm, pentru reproducerea frecvenţelor joase. Impedanţa difuzoarelor este 5 ... 6 Ω.

Filtrul folosit pentru separarea frecvenţelor înalte de cele joase este format din condensatorul de mare capacitate C_{19} (8 ... 16 μF) şi din bobina L cu o inductanţă de 0,8 mH. Bobina L se realizează pe o carcasă de pertinax cu diametrul de 30 mm. Înfăşurarea sa are 150 spire din conductor CuEm ∅ 0,8 ... 1 mm, bobinate în straturi suprapuse, primul strat avînd 15 spire. În final, bobina are o formă trapezoidală.

Capacitatea condensatorului C_{19} poate fi schimbată în limite largi, între 8 şi 32 μF, pînă în momentul în care puterea sonoră a celor două difuzoare este aproximativ egală.

Transformatorul Tr_1 este realizat pe un miez din tole E12,5 cu grosimea de 60 mm. Primarul are 660 spire din conductor CuEm ∅ 0,55—0,6 mm (prize la spira 330, 360 şi 450).

Secundarul acestui transformator are mai multe înfăşurări :

— o înfăşurare (2×900 spire din conductor Cu Em ∅ 0,2 mm) prevăzută cu o priză mediană care furnizează tensiunea anodică a tubului redresor (2×275 V) şi un curent de 80 mA ; lîngă priza mediană, la spira 46, se mai scoate o priză (diferenţa de tensiuni dintre cele două prize trebuie să fie 14 V) de la care, prin dioda redresoare D şi grupul R_{10}, R_{15}, C_9 se obţine tensiunea de negativare a tuburilor T_3, T_4 ; în lipsa acestei prize, negativarea tuburilor T_3, T_4 se obţine conectînd la masă punctul comun al celor doi catozi printr-o rezistenţă de 200 Ω, decuplată de un condensator electrolitic de 30—100 μF ;

— o înfăşurare (20 spire din conductor CuEm ∅ 1 mm) care furnizează tensiunea de filament necesară tuburilor amplificatorului şi tensiunea necesară becului de control B ;

— o înfăşurare (16 spire din conductor CuEm ∅ 1,5 mm) care furnizează o tensiune de 5 V şi un curent de 3 A pentru filamentul tubului redresor.

Montajul practic al amplificatorului (fig. 189) se face pe un şasiu din tablă de aluminiu cu dimensiunile 310×150×80 mm.

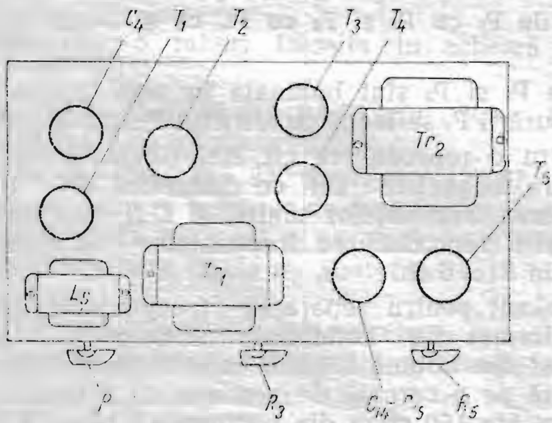


FIG. 189

Conexiunile primului etaj vor fi separate de restul montajului printr-un blindaj.

Tubul preamplificator va fi acoperit cu un blindaj cilindric ce va face un bun contact cu şasiul.

Cele două difuzoare Dif_1 şi Dif_2 se montează pe pereţii cutiei de lemn în care este aşezat amplificatorul, în felul următor :

Dif_1 — pe unul din pereţii laterali şi Dif_2 — pe peretele frontal. Difuzoarele pot fi montate şi într-o cutie acustică, separată de amplificator.

Amplificator pentru ghitară

Amplificatorul a cărui schemă este prezentată în fig. 190 este destinat pentru reproducerea cît mai fidelă a oscilaţiilor generate de ghitare electrice sau de picupuri. El dispune de trei intrări: una pentru picup, magnetofon sau microfon şi două intrări pentru ghitare, fiecare avînd reglaj independent de volum.

Amplificatorul are cîteva particularităţi, determinate de specificul funcţionării ghitarelor electrice. Ghitara electrică generează impulsuri de tensiune care, prin amplitudinea lor uneori foarte mare, saturează adesea amplificatorul. Este deci necesar ca timpul în care amplificatorul revine din saturaţie să fie foarte scurt, pentru ca deformările produse inevitabil de amplificator să fie cît mai puţin perceptibile. Semnalele electrice produse de dozele de ghitară au valori mici, de ordinul 10 . . . 50 mV. Aceste semnale mici impun folosirea unui amplificator cu un număr sporit de etaje.

Pentru a sonoriza suficient încăperile în care cîntă orchestra, puterea amplificatorului trebuie să fie mai mare decît 5 . . . 10 W.

În fine, pentru a face mai plăcut sunetul produs de ghitara electrică se utilizează procedeul de „vibrato". Aceasta constă în modificarea amplitudinii semnalelor produse de ghitară în ritmul unei oscilaţii cu frecvenţă foarte joasă (2 . . . 7 Hz). Deoarece nu este necesară utilizarea „vibrato"-ului tot timpul execuţiei, amplificatorul trebuie să fie prevăzut cu posibilitatea acţionării lui comode, de exemplu, cu ajutorul unei pedale.

Schema amplificatorului cuprinde patru etaje. Semnalele provenite de la dozele ghitarelor se aplică celor două secţiuni ale tubului T_1. Cele două intrări au reglaje de volum independente. Amplificarea acestor etaje este de 60 . . . 70. Semnalele din anod se însumează cu ajutorul rezistenţelor R_7 şi R_8 pe grila etajului următor. Tot aici este adus şi semnalul provenit de la cea de-a treia intrare, de sensibilitate mai mică. Circuitul de însumare a semnalelor format din rezistenţele R_7, R_8, R_9 şi R_{39} produce o atenuare de aproximativ 4 ori.

Al doilea etaj de amplificare este urmat de circuitul corector de tonalitate, cu reglaje separate pentru tonuri joase şi înalte.

Potenţiometrul R_{12} împreună cu condensatorul C_7 permit atenuarea reglabilă a frecvenţelor mai mari decît 500 Hz. Grupul

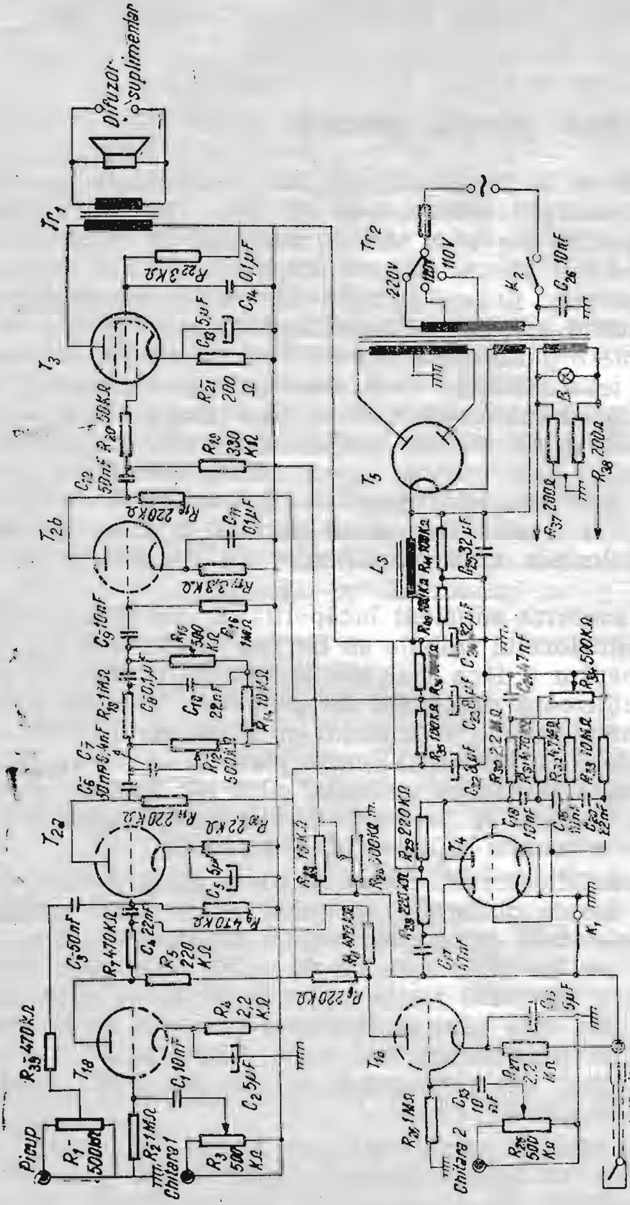

Difuzor
suplimentar
Picup
Chitara 1
Chitara 2
Pendulă vibrato
220V
110V

FIG. 190

R_{13}, R_{14}, R_{15}, C_8 și C_{10} asigură reglajul tonurilor joase, atît în sensul atenuării, cît și al accentuării lor.

Pentru compensarea atenuării produse de circuitul corector de ton, acesta este urmat de un etaj amplificator, realizat cu cea de-a doua secțiune a tubului T_2. Circuitul de cuplaj dintre anodul tubului T_{2b} și grila etajului final T_3 este constituit din condensatorul C_{12} și rezistența R_{20}. Această rezistență are un rol important în revenirea amplificatorului din starea de saturație.

Saturația temporară a amplificatorului de audiofrecvență este determinată de apariția într-unul din etaje a curenților de grilă. Dacă amplitudinea tensiunii de audiofrecvență care se aplică pe o grilă depășește la un moment dat valoarea negativării, grila se pozitivează față de catod și apare curent de grilă. Acest curent încarcă condensatorul de cuplaj și negativează puternic grila. După terminarea impulsului de tensiune, condensatorul de cuplaj încărcat menține un timp tensiunea negativă la o valoare atît de mare încît tubul nu amplifică. În consecință, la ieșirea amplificatorului nu va exista semnal pînă la descărcarea condensatorului prin rezistența de grilă. Această lipsă a semnalului este neplăcut sesizată de ureche și de aceea ea trebuie evitată.

Calea cea mai simplă pentru împiedicarea blocării amplificatorului constă în limitarea curentului de grilă. Cum în practică saturația apare în general la tubul final, în serie cu grila acestuia se conectează o rezistență R_{20} de 20 . . . 100 kΩ care împiedică încărcarea condensatorului de cuplaj în timpul aplicării impulsului de tensiune.

Pe grila etajului final se aplică și tensiunea de foarte joasă frecvență care produce efectul de „vibrato". Tensiunea aceasta dozată de potențiometrul R_{24} face să varieze negativarea tubului T_3, modificîndu-i astfel periodic amplificarea.

Oscilatorul de „vibrato" funcționează cu secțiunea din dreapta a tubului T_4. Reacția pozitivă se realizează cu ajutorul unei rețele de defazare RC. Frecvența de oscilație este reglabilă cu ajutorul potențiometrului R_{34}. Secțiunea din stînga a tubului T_4 are rolul de amplificator-separator al acestor oscilații. Pentru întreruperea oscilațiilor servesc două întreruptoare: întreruptorul K_1 montat pe șasiul amplificatorului și un alt întreruptor ce poate fi acționat cu piciorul prin intermediul unei pedale.

Alimentarea anodică a etajelor amplificatorului se face printr-un circuit de filtraj compus din patru celule. Înfășurarea de filament de pe transformatorul de rețea nu are conectat la masă un capăt, ci punctul median, prin intermediul a două rezistențe egale R_{37} și R_{38}. În acest fel se micșorează zgomotul de sector

(brum) produs în etajele de intrare de către circuitul de încălzire.

Tuburile T_1, T_2 și T_4 întrebuințate în montaj sînt de tip ECC83, tubul T_3 este de tip EL36, iar tubul T_5 — de tip 5Ц3С.

Transformatorul de ieșire Tr_1 trebuie să aibă un miez cu secțiunea de 8—14 cm², asamblat cu un întrefier de 0,20—0,25 mm. Infășurarea primară are 1 200 spire din conductor CuEm ∅ 0,25 mm. Pentru un difuzor cu impedanța de 4Ω înfășurarea secundară a transformatorului are 25 spire din conductor CuEm ∅ 1 mm.

Transformatorul de rețea trebuie să funcționeze la tensiuni ale rețelei de curent alternativ de 110, 120 sau 220 V. Înfășurările secundare furnizează: 2×320 V/0,2 A; 5V/3 A, respectiv 6,3 V/3 A. Acest transformator se poate realiza pe un miez cu secțiunea de 17 cm². În acest caz, înfășurarea primară are 297+27+270 spire din conductor CuEm cu diametrul 0,9 mm; 0,9 mm, respectiv 0,65 mm. Înfășurările secundare au 2×890 spire din conductor CuEm ∅ 0,3 mm, 14 spire din conductor CuEm ∅ 1,2 mm și 17,5 spire (înfășurarea de 6,3 V) din conductor CuEm ∅ 1,2 mm.

Bobina de filtraj $L_ș$ are 3 100 spire din conductor CuEm ∅ 0,3 mm, și un miez cu secțiunea de 7 cm² (de exemplu tole E 12,5+I 12,5 cu grosimea pachetului de tole de 25 mm).

Condensatoarele de filtraj C_{22}, C_{23}, C_{24}, C_{25} vor avea tensiunea de lucru de 450 V pentru a evita străpungerea lor în timpul în care catodul tubului final nu s-a încălzit.

Potențiometrele întrebuințate în amplificator vor fi de calitate superioară. Potențiometrele R_1, R_3, R_{12}, R_{15}, R_{26} au caracteristică logaritmică, iar R_{24} și R_{34} — caracteristică liniară.

Montajul practic (fig. 191) se execută pe un șasiu cu dimensiunile de 400×120×60 mm, confecționat din tablă de aluminiu cu grosimea de 1,5 . . . 2 mm.

Executarea montajului se va începe prin fixarea transformatorului de alimentare Tr_2, a transformatorului de ieșire Tr_1, a bobinei de șoc $L_ș$, care se va monta în partea de dedesubt a șasiului. În continuare, pe peretele din fața șasiului se vor monta potențiometrele, întreruptorul de rețea K_2, întreruptorul pentru „vibrato" K_1 și un „ochi de pisică" prin care se poate observa becul de control B, care indică funcționarea amplificatorului. Pe partea din spate se vor monta jack-urile celor trei intrări, al cablului de la pedala de „vibrato" și cel de difuzor suplimentar, precum și schimbătorul de tensiune al transformatorului de rețea. Montajul electric poate fi îmbunătățit prin montarea jack-urilor celor trei intrări tot în partea din față a șasiului, între bu-

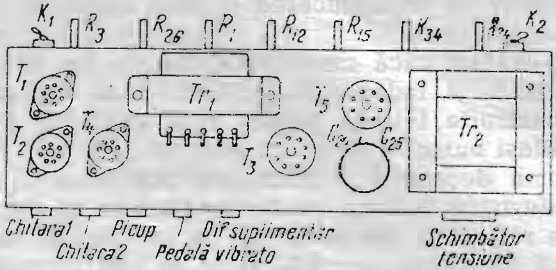


FIG. 131

toanele potențiometrelor, ceea ce reduce mult lungimea cablurilor de legătură la potențiometre.

Apoi se vor monta condensatoarele de filtraj C_{24}, C_{25} (se va prefera un condensator cu două secțiuni 2×32 μF), soclul tubului redresor T_5, soclul tubului T_3 (care se va monta vertical) și soclurile celorlalte tuburi.

Cablajul interior se va începe cu executarea conexiunilor pentru alimentarea filamentelor și celor ale redresorului. Legăturile de la jack-uri la potențiometre și de la acestea la tuburile electronice se vor face cu cablu ecranat, pentru a se evita apariția cuplajelor parazite.

După montare, amplificatorul se verifică în funcționare și apoi șasiul se montează în partea inferioară a unei cutii din lemn cu dimensiunile 410×400×150 mm, în partea superioară a cutiei fiind plasat difuzorul.

Amplificator stereofonic simplu

Simțul auditiv uman funcționează, după cum se știe, cu două aparate perceptoare — urechile. Existența celor două urechi dă posibilitatea aprecierii nu numai a timbrului, intensității, dar și a direcției sunetului. Aceasta se explică prin aceea că sunetele captate de cele două urechi sînt mai mult sau mai puțin diferite.

La redarea sunetelor cu ajutorul amplificatoarelor clasice, această diferență este neglijată, sunetele fiind captate cu ajutorul unui singur microfon, din care cauză la redare toate sursele de sunet sînt perceptibile din direcția în care este plasat difuzorul.

Reproducerea stereofonică a sunetelor permite identificarea locurilor în care sînt amplasate sursele sonore. Pentru aceasta este

necesară captarea și reproducerea a două semnale, corespunzătoare celor două urechi.

Instalația stereofonică cuprinde două canale de reproducere complete, identice și independente. Cele două canale de amplificare sînt construite într-un singur bloc, reglajele făcîndu-se în paralel cu același buton.

O problemă deosebită o constituie amplasarea difuzoarelor. Cele două difuzoare trebuie să fie amplasate în încăpere astfel încît sunetele reflectate de pe pereți să nu ajungă la ascultători. Este bine dacă în spatele ascultătorilor se află o draperie sau un alt material fonoabsorbant. În fața ascultătorilor, la 2...3 m, se vor așeza simetric difuzoarele care sînt distanțate între ele la 1,5...2 m.

Amplificatorul stereofonic a cărui schemă este prezentată în fig. 192 este conceput spre a fi realizat de orice persoană care are cunoștințe elementare de radiotehnică.

Aparatul constă din două canale identice de amplificare realizate cu cîte un tub triodă-pentodă. La audițiile monofonice cele două canale se conectează în paralel. Puterea de ieșire a fiecărui canal este de 2 W, putere la care distorsiunile de neliniaritate sînt de aproximativ 5%. Caracteristica de frecvență a amplificatorului depinde în cea mai mare măsură de construcția transformatorului de ieșire. Banda de frecvență este de 60...25 000 Hz. Sensibilitatea amplificatorului este suficientă pentru a putea funcționa cu semnale provenite de la picupuri cu cristal, magnetofoane sau aparate de radiorecepție.

Amplificatorul are două conectoare de intrare, o mufă standardizată pentru magnetofon, picup, aparat de radio stereofonic sau monofonic și o pereche de borne pentru o intrare monofonică auxiliară. Cele două conectoare sînt legate direct la un comutator cu 3×3 poziții, care determină modul de funcționare poziția 1 — redare stereofonică, poziția 2 — redare a unei surse: monofonice conectată la mufă și poziția 3 — redare a unei surse monofonice conectată la intrarea II.

Semnalele selecționate de comutator sînt transmise potențiometrelor de reglare a volumului R_1 și R_{101}, care sînt acționate simultan. Potențiometrul dublu R_2, R_{102} permite atenuarea reglabilă a frecvențelor înalte — în scopul modificării tonului. Apoi semnalele trec prin primul etaj amplificator, funcționînd cu partea triodă a tuburilor T_1 și T_{101}. Negativarea triodelor este asigurată de grupurile C_2, R_4, respectiv C_{102}, R_{104}.

În circuitele de grilă ale tuburilor din etajele finale este dispus reglajul de balans. Acest reglaj permite egalizarea ampli-

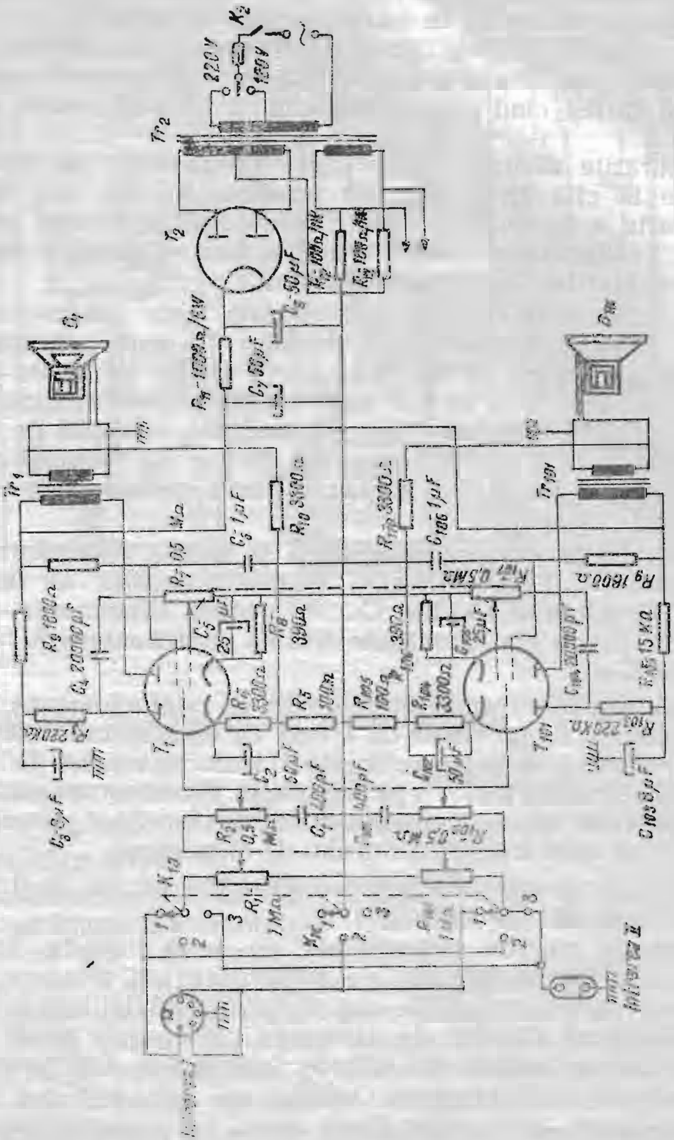


FIG. 192

ficării sau a dozelor și difuzoarelor pe ambele canale de amplificare. Cu ajutorul lui se poate restabili distribuția corectă a surselor aparente de sunet în cazul în care ascultătorul nu este la aceeași distanță de cele două difuzoare. Potențiometrul dublu de balans R_7, R_{107} este astfel conectat, încît acționează contrar pe cele două grile: cînd crește semnalul pe o grilă, scade pe cealaltă.

Înfășurările secundare ale transformatoarelor de ieșire sînt conectate la cîte un divizor de tensiune R_5, R_{10}, R_{105}, R_{110} prin care o parte a tensiunii de ieșire este adusă la catozii triodelor. Astfel se realizează o reacție negativă care micșorează distorsiunile de neliniaritate ale amplificatorului.

Alimentarea amplificatorului se face prin intermediul unui redresor. Transformatorul de alimentare Tr_2 este prevăzut cu o înfășurare secundară de 6,3 V și 2,5 A pentru filamente și două înfășurări de 270 V și 90 mA pentru alimentarea anodică. Pentru eliminarea zgomotului de fond provenit din circuitul de alimentare a filamentelor, se introduce un divizor de tensiune compus din rezistențele R_{12} și R_{13}, al cărui punct median este legat la masa amplificatorului.

Tensiunea de alimentare anodică se obține cu ajutorul tubului redresor T_2, EZ80. Filtrarea tensiunii anodice se face prin intermediul grupului C_8, R_{11}, C_7, iar pentru alimentarea anodică a tuburilor triode sînt prevăzute filtrele suplimentare R_6, C_3, respectiv R_{106}, C_{103}.

Șasiul amplificatorului stereofonic se confecționează din tablă de aluminiu cu grosimea de 1 mm, cu dimensiunile 250×180×50 mm. Pentru a se evita influența transformatorului de alimentare asupra transformatoarelor de ieșire, acestea se amplasează la extremitățile opuse ale șasiului, axele lor fiind așezate perpendicular pe axul transformatorului de alimentare.

Schema de montaj din fig. 193 va ajuta pe cei ce doresc să realizeze acest amplificator.

În montaj se vor utiliza piese de bună calitate, pentru a se evita neplăcerile cauzate de defectarea lor. Potențiometrele de volum și ton vor fi duble, cu caracteristică logaritmică. Dacă radioamatorul nu dispune de asemenea piese, el le poate realiza din cîte două potențiometre simple logaritmice acționate simultan. Potențiometrul dublu de balans are caracteristică liniară. În caz extrem, acest potențiometru dublu se poate înlocui cu un potențiometru simplu, logaritmic, conectat în circuitul de grilă al tubului T_1. Grila tubului T_{101} se conectează la masă printr-o

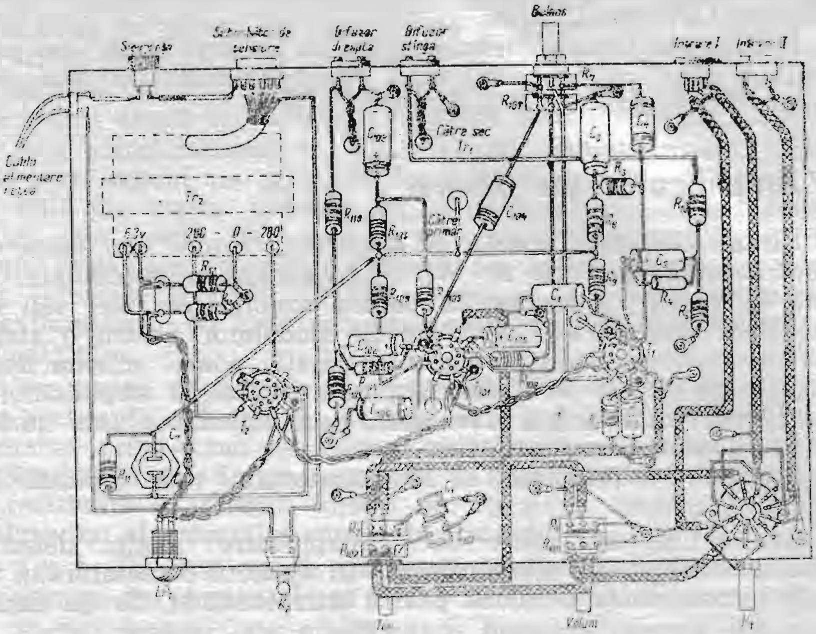


FIG. 193

rezistență de 390 kΩ și la condensatorul C_{104} printr-una de 620 kΩ.

Condensatoarele de filtraj C_7 și C_8 formează un condensator dublu, de 2×50μF/380 V, iar C_3 și C_{103}, un alt condensator dublu, de 2×8 μF/380 V.

Transformatoarele de ieșire Tr_1 și Tr_{101} au un miez din tole E8+I8, grosimea pachetului de tole fiind de 20 mm. Înfășurarea primară are 2 600 spire din conductor CuEm ∅ 0,1 . . . 0,12 mm ; secundarul are 75 spire din conductor CuEm ∅ 0,6 . . . 0,7 mm.

Ca transformator de alimentare poate fi folosit oricare din tipurile ce se găsesc în comerț și care asigură tensiunile și curenții ceruți de amplificator. El poate fi realizat pe un miez format din tole E10+I10, cu grosimea pachetului de tole de 35 mm. Înfășurarea primară ce poate fi alimentată cu tensiune de 120 sau 220 V are 770+640 spire din conductor CuEm ∅ 0,5 mm, respectiv ∅ 0,35 mm. Înfășurarea secundară pentru alimentarea anodică are 2×2 050 spire din conductor CuEm ∅ 0,25 mm,

iar înfăşurarea pentru alimentarea filamentelor are 49 spire din conductor CuEm ∅ 1,2 mm.

Difuzoarele folosite trebuie să fie de calitate bună, de preferinţă eliptice, cu diametrul mare de aproximativ 220 mm, impedanţa 4 Ω şi puterea cel puţin 3 W.

Amplificator de putere

Un amplificator capabil să asigure o putere mai mare de audiofrecvenţă (de cca 20 W) este descris în continuare. El poate fi folosit cu succes fie pentru sonorizarea unei săli de dimensiuni mijlocii sau mici, fie ca modulator pentru o staţie de radio-emisie-recepţie. Puterea debitată poate acţiona două difuzoare de cîte 10 W fiecare şi permite folosirea amplificatorului şi pentru radioficarea unei şcoli, prin acţionarea unui număr de 18 . . . 20 difuzoare de 1 W.

Schema de principiu a amplificatorului este indicată în fig. 194.

Ea conţine trei etaje de preamplificare: etajul defazor, etajul final de putere şi redresorul. Cu ajutorul comutatorului K, amplificatorul poate fi folosit pentru microfonul M, fie ca ampli-

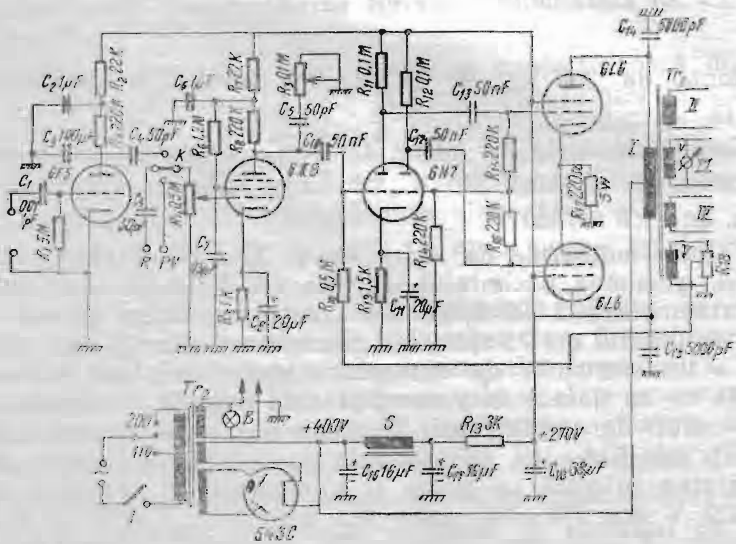


FIG. 194

ficator al semnalelor date de un radioreceptor, fie al celor date de o doză de picup. Primul etaj de preamplificare folosește un tub triodă de tipul 6 Ф 5 sau 6C5 și este montat clasic, avînd ca sarcină anodică rezistența R_3. De menționat că acest etaj este folosit numai în cazul cînd sursa de semnal este un microfon.

Prin condensatorul C_4 curentul de audiofrecvență amplificat este aplicat pe grila de comandă a tubului electronic de tip 6Ж8 din etajul următor al amplificatorului. Observăm că atunci cînd sursa de semnale este un radioreceptor sau un picup, semnalele de audiofrecvență se aplică direct la acest etaj. Intrarea în cel de al doilea etaj se face prin intermediul potențiometrului R_4 care servește pentru reglajul volumului amplificatorului.

Tensiunea de negativare necesară tubului 6Ж8 se asigură prin rezistența catodică R_5, șuntată de condensatorul C_5, iar alimentarea grilei-ecran se asigură prin rezistența R_6, șuntată de condensatorul C_6. Sarcina anodică a tubului 6Ж8 este formată de rezistența R_8. Grupul format din R_7 și C_6 asigură un filtraj suplimentar al curentului anodic de alimentare.

Tot în circuitul anodic găsim și circuitul de reglare a tonului, compus din condensatorul C_9 și potențiometrul R_9.

Etajul următor, tot amplificator, lucrează pe una din triodele tubului 6N7, montată de asemenea clasic. Circuitul de grilă al triodei este prevăzut cu o reacție negativă, prin conectarea capătului rezistenței R_{10} la cursorul potențiometrului R_{13}. Semnalul amplificat se aplică din circuitul anodic al primei triode pe grila de comandă a unuia din tuburile finale de tip 6L6 sau 6П3C. O parte din semnalul de audiofrecvență aplicat acestui tub se aplică și pe grila de comandă a celei de a doua triode din tubul 6N7. Această triodă servește ca defazor și amplificator, debitînd semnalul care se aplică pe grila de comandă a celui de al doilea tub final de tip 6L6 sau 6П3C.

Etajul final simetric, format din cele două tuburi, debitează pe primarul transformatorului de ieșire TR_1. Acest transformator se realizează pe un miez din tole E16, grosimea pachetului fiind de 40 mm. Bobinajul primar I are 2×1 000 spire din conductor CuEm ∅ 0,25 mm, iar bobinajul secundar II are 500 spire din același conductor, putînd asigura o tensiune de 120 V, pentru alimentarea a două difuzoare de 10 W prevăzute a lucra la această tensiune. Bobinajul secundar III, care poate debita 30 V, este prevăzut pentru conectarea liniilor de difuzoare pentru radioficare și are 125 spire din conductor CuEm ∅ 0,7 mm.

Controlul auditiv al amplificării prin intermediul unui difuzor se face cu ajutorul secundarului IV, compus din 70 spire din conductor CuEm ∅ 0,7 mm, iar secundarul V, care serveşte pentru obţinerea semnalului de reacţie negativă, are 100 spire din acelaşi conductor.

Piesele amplificatorului se montează pe un şasiu metalic şi un panou frontal fixat de el. Atît şasiul, cît şi panoul frontal se realizează din tablă de fier sau aluminiu gros de 2—3 mm. În fig. 195 se indică modul de aşezare a principalelor piese pe şasiu şi pe panou.

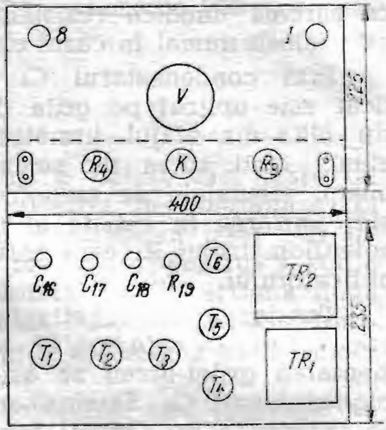


FIG. 195

Transformatorul de alimentare TR_2 se realizează pe tole E16, grosimea pachetului fiind 60 mm. Bobinajul primar pentru 220 V are 400 spire din conductor CuEm ∅ 0,8 mm, cu priză la spira 200 pentru tensiunea de 110 V.

Bobinajul secundar pentru alimentarea filamentului şi a becului de control are 12 spire din conductor CuEm ∅ 1,5 mm cel pentru alimentarea anodică 2×670 spire din conductor de 0,35 mm, iar cel pentru alimentarea filamentului redresoarei 10 spire din conductor CuEm ∅ 1,4 mm.

Şocul de filtraj se realizează pe un miez de tole E10, grosimea pachetului fiind 20 mm, cu un întrefier de 1 mm; el are 500 spire realizate cu conductor CuEm ∅ 0,15 mm.

După realizarea montajului, verificăm regimul de funcţionare a tuburilor şi cu ajutorul potenţiometrului R_8 stabilim gradul reacţiei negative, apreciind după auz poziţia pentru care audiţia este lipsită de distorsiuni, menţinîndu-se bineînţeles un volum sonor corespunzător. În cazul cînd la introducerea reacţiei negative amplificatorul intră în autooscilaţii (care se manifestă prin fluierături), vom inversa contactele la înfăşurarea secundarului pentru reacţia negativă.

Montaje practice de amplificatoare de audiofrecvență cu tranzistoare

Preamplificatoare

Preamplificatoarele sînt montaje destinate în general realizării unei amplificări cît mai mari a semnalelor de audiofrecvență slabe, rezultate de la o sursă: detector, picup, magnetofon, microfon etc. Uneori aceste semnale nu au intensitatea necesară pentru a fi preluate de un amplificator obișnuit.

Montajul 1. Preamplificatorul cu schema de principiu din fig. 196 este compus dintr-un singur etaj amplificator, folosind un tranzistor obișnuit de audiofrecvență, cum ar fi EFT 351, EFT 321, EFT 323, OC 72.

Etajul amplificator lucrează cu baza la masă, avînd o impedanță de intrare relativ coborîtă (60 ... 150 Ω) și o amplificare suficient de mare pentru un singur etaj. Impedanța de ieșire a preamplificatorului este suficient de mare pentru a se adapta la intrarea oricărui amplificator.

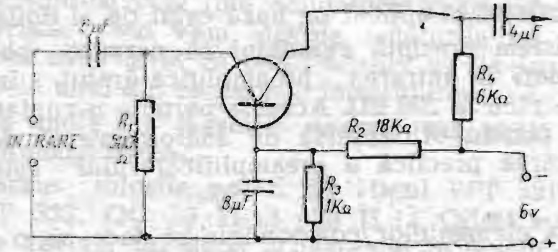


FIG. 196

Montajul 2. Preamplificatorul prezentat în fig. 197 se utilizează, de asemenea, în toate cazurile unde este nevoie de amplificarea unor semnale slabe. El este proiectat pentru o amplificare de înaltă fidelitate.

Amplificarea este uniformă și fără nici o atenuare pentru frecvențele cuprinse între 100 și 5 000 Hz, iar pentru frecvențele cuprinse între 25 și 100 Hz și pentru cele cuprinse între 5 000 și 18 000 Hz prezintă o atenuare de maximum 2 dB.

Preamplificatorul poate fi folosit înaintea oricărui amplificator de înaltă fidelitate care, în general, nu are o sensibilitate

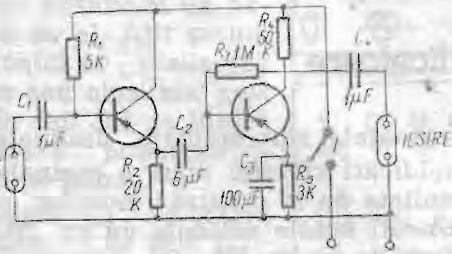


FIG. 197

prea mare. Preamplificatorul are un cîștig apreciabil, fiind capabil ca la un semnal de intrare de 0,5 mV să asigure la ieșire un semnal de 1 V efectiv.

Circuitul este simplu, avînd însă o particularitate care de fapt formează cea mai importantă caracteristică a lui. Semnalul de intrare aplicat prin intermediul condensatorului electrolitic de pe baza primului tranzistor este amplificat de acesta și, spre deosebire de alte montaje, este cules din circuitul de emitor al primului tranzistor și aplicat pe baza celui de al doilea tranzistor.

Acest sistem prezintă avantajul că permite obținerea unei impedanțe mari la intrarea preamplificatorului, impedanță ce poate ajunge pînă la 200 kΩ. Aceasta permite o cuplare și o adaptare optimă pentru orice sursă de audiofrecvență de impedanță mare. Realizarea practică a preamplificatorului este prezentată în fig. 198.

Montarea elementelor componente se face pe o plăcuță metalică de 1,5...2 mm grosime care se aplică în interiorul unei cutii metalice, astfel încît formează un perete ce separă cutia în două părți. Se formează în acest fel două compartimente, separate electric unul de altul. Într-o parte se așază bateria de alimentare de 9 V și întreruptorul I, iar în cealaltă cele două prize pentru intrarea și ieșirea preamplificatorului. Cele două tranzistoare se montează în socluri izolate, pe partea plăcii me-

talice corespunzînd bateriei de alimentare, iar restul pieselor componente pe partea cealaltă a plăcii metalice.

La efectuarea cablajului este foarte important să se facă prize cît mai bune la masă; pentru aceasta, prima operaţie pe care o vom face va fi perforarea plăcii metalice şi fixarea rigidă a punctelor de contact cu masa, a soclurilor celor două tranzis-

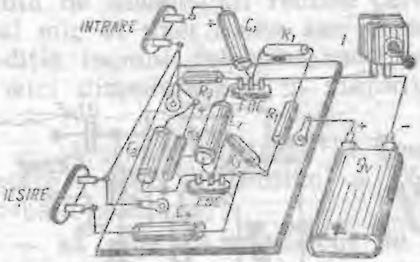


FIG. 198

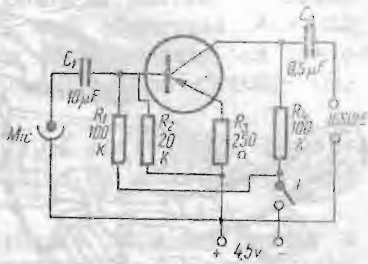


FIG. 199

toare, precum şi a prizelor de intrare şi ieşire. Desigur, cel ce construieşte preamplificatorul poate alege şi o altă repartiţie a pieselor. Importantă este însă obţinerea închiderii perfecte a montajului cu cutia metalică, precum şi o bună priză de masă.

Se va acorda atenţie deosebită la efectuarea conexiunilor la capetele tranzistoarelor, evitîndu-se confuziile între conexiunile diferiţilor electrozi (emitor, bază, colector). La montarea condensatoarelor electrolitice vom ţine obligatoriu seama de polaritatea lor. De asemenea, cînd vom efectua legăturile cu bateria de alimentare, vom avea grijă ca polul pozitiv să fie legat la masă, iar cel negativ la unul din contactele întreruptorului I.

Neglijarea uneia din măsurile de mai sus poate duce pînă la defectarea tranzistoarelor.

Tranzistoarele folosite pot fi de tipul EFT 321, EFT 351, EFT 353, EFT 323, OC 72 П 13 sau П 14. Odată montajul terminat, se face revizia lui după schema de principiu şi apoi se închide în cutia metalică. Nu este necesar nici un reglaj suplimentar, preamplificatorul lucrînd de la început în condiţii normale.

Montajul 3 este un preamplificator de microfon. Microfoanele obişnuite, dinamice sau piezoelectrice (cu cristal) au în general o sensibilitate mică şi generează semnale de audiofrecvenţă destul de slabe, în marea majoritate a cazurilor insuficiente pen-

tru a ataca un amplificator de putere. Preamplificatoarele de microfon sînt necesare pentru a ridica nivelul semnalelor de audiofrecvență la valoarea necesară atacului amplificatoarelor de putere. Schema de principiu a unui asemenea montaj este arătată în fig. 199.

El este compus dintr-un singur etaj echipat cu un tranzistor de audiofrecvență, de același tip ca la montajele anterioare.

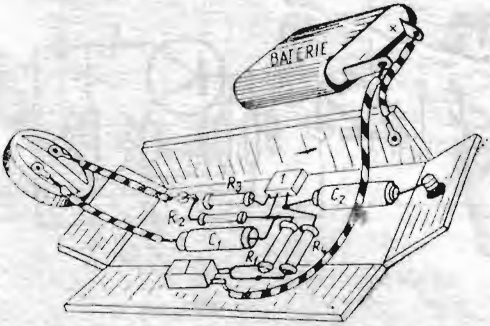


FIG. 200

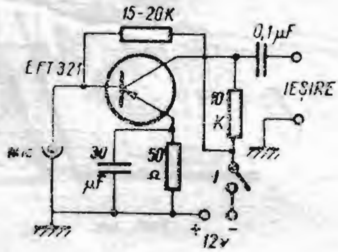


FIG. 201

După cum vedem, schema este foarte simplă și nu necesită prea multe comentarii. Este necesar numai să se respecte conexiunile indicate. Sensibilitatea și amplificarea montajului pot fi îmbunătățite aplicînd o polarizare pe baza tranzistorului prin cele două rezistențe, una de 20 kΩ între bază și masă și una de 100 kΩ între bază și polul minus al bateriei de alimentare.

Realizarea practică este arătată în fig. 200.

Montajul 4 este conceput și realizat pentru a funcționa cu un microfon dinamic, cu rezistența internă relativ mică, care se adaptează bine la rezistența de intrare a preamplificatorului. Schema de principiu este dată în fig. 201.

Montajul este clasic și foarte simplu, alimentarea fiind făcută dintr-o sursă de 12 V. Amplificarea totală este de cca 100 și depinde de tipul de tranzistor folosit. Putem folosi orice tranzistor de audiofrecvență de mică putere de tip *pnp*.

Amplificatoare

Cele mai simple amplificatoare de audiofrecvență cu tranzistoare sînt cele destinate pentru protezele auditive. Ele sînt proiectate și realizate pentru amplificarea semnalelor de audio-

frecvență pînă la mărimea necesară pentru a putea fi percepute de persoanele cu boli ale aparatului auditiv.

Acest gen de montaj trebuie să îndeplinească obligatoriu unele condiții de care se ține seama la proiectarea și realizarea lor și anume :

— să ocupe un spațiu cît mai redus, pentru a putea fi plasate în ramele mai groase ale unei perechi de ochelari sau într-o cutiuță de dimensiuni reduse care să poată fi purtată în buzunarul mic al unei haine sau veste fără a fi observată. Această condiție impune folosirea unor montaje miniaturizate, cu piese de mici dimensiuni și în majoritatea cazurilor pe circuite imprimate ;

— să poată funcționa în bune condiții cu tensiune de alimentare redusă, de ordinul a 1,5 V, sursa de alimentare fiind înglobată în montaj ;

— să aibă un coeficient de amplificare suficient pentru a putea amplifica în mod corespunzător chiar și cele mai slabe semnale din mediul înconjurător, asigurînd în același timp o amplificare relativ uniformă a frecvențelor din gama audio, pentru a nu denatura vocea sau semnalele amplificate.

Pentru a îndeplini aceste condiții, montajele sînt concepute și realizate fără piese voluminoase, cum ar fi transformatoarele, apelîndu-se la cuplajul direct între etaje, iar valorile elementelor schemei sînt astfel alese, încît să permită funcționarea normală la tensiuni de alimentare reduse.

Tocmai datorită caracteristicilor de mai sus, amplificatoarele acestea prezintă interes și pentru radioamatori, care le pot realiza sub formă miniaturală.

Montajul 1. Schema de principiu o găsim în fig. 202. El este compus din trei etaje de amplificare cuplate direct. Demn de remarcat este faptul că alimentarea colectorului de la primul tranzistor se face cu curentul emitor-bază al celui de-al doilea

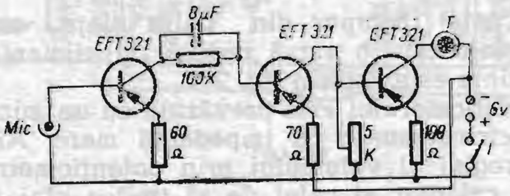


FIG. 202

tranzistor, ceea ce permite un cuplaj strîns și o adaptare bună între cele două tranzistoare.

De asemenea, între etajele 2 și 3 cuplajul se face direct, cele două tranzistoare fiind din punct de vedere al alimentării conectate în serie.

Amplificatorul a fost proiectat cu tranzistoare de tipul 2N107 și 2N170, dar în lipsa lor putem folosi pentru primele două tipuri

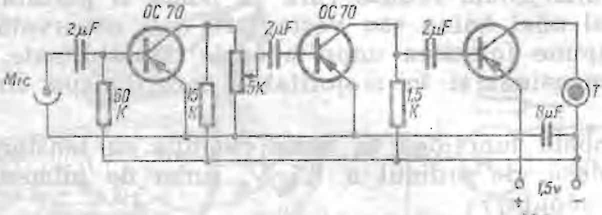


FIG. 203

EFT 321, EFT 351, EFT 353 sau П 13, iar pentru ultimul tip EFT 323, OC 72 sau П 13.

Semnalele audio generate de microfonul cu cristal de tip miniatural, montat în circuitul bazei primului tranzistor, sînt amplificate succesiv prin cele trei etaje și aplicate căștilor telefonice tot de tip miniatural, care se introduc în ureche; acestea au o impedanță de 500 ... 1 000 Ω. Reglajul de volum se face cu ajutorul potențiometrului de 5 kΩ. Alimentarea se face dintr-un acumulator miniatural de 4,5—6 V.

Montajul 2 folosește de asemenea trei tranzistoare (fig. 203). Tranzistoarele sînt montate în trei etaje de amplificare cu cuplaj R.C. (rezistență-condensator). Montajul e simplu și conține un număr redus de piese. Tranzistoarele folosite sînt de același tip ca la montajul anterior. Remarcăm sursa de alimentare redusă, de 1,5 V, care poate fi asigurată fie de un element uscat, fie de un acumulator miniatural.

Microfonul și casca sînt similare celor de la montajul anterior.

Montajul 3 este compus din patru etaje amplificatoare cuplate R.C. și folosește o sursă redusă de alimentare (1,5 V). Schema de principiu este dată în fig. 204.

Intrarea amplificatorului este prevăzută cu un microfon piezoelectric sau electromagnetic cu impedanță mare. Amplificatorul dispune de un reglaj al volumului prin potențiometrul de 5 kΩ din circuitul de colector al celui de al treilea etaj amplificator, precum și de un sistem de reacție negativă între colectorul și

baza ultimului tranzistor. Printr-un comutator cu trei poziţii, această reacţie negativă poate fi dozată după dorinţă. În lipsa unui comutator miniatură se alege poziţia cu rezistenţa de 30 kΩ, conectîndu-se permanent şi eliminînd din montaj celelalte două poziţii.

Mai remarcăm că circuitul de alimentare a emitorului al primelor două tranzistoare este separat de alimentarea ultimelor

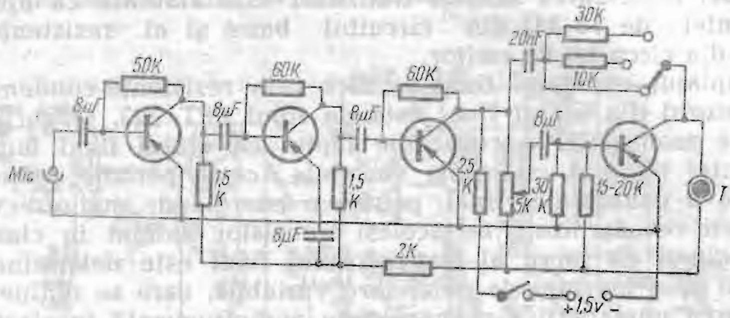


FIG. 204

două tranzistoare printr-o rezistenţă de 2 kΩ, decuplată de un condensator de 8 µF. Acest grup elimină eventualele reacţii parazite care ar putea avea loc între primele şi ultimele etaje ale amplificatorului, prin sursa de alimentare comună. Tranzistoarele folosite : primele trei de tip EFT 321, EFT 351 sau П 13, iar ultimul de tip EFT 323, П 13, П 14 sau OC 72.

Rezistenţa de polarizare din circuitul bazei ultimului tranzistor are o valoare cuprinsă între 15 şi 30 kΩ. Valoarea definitivă a acestei rezistenţe se stabileşte prin probe pentru cea mai

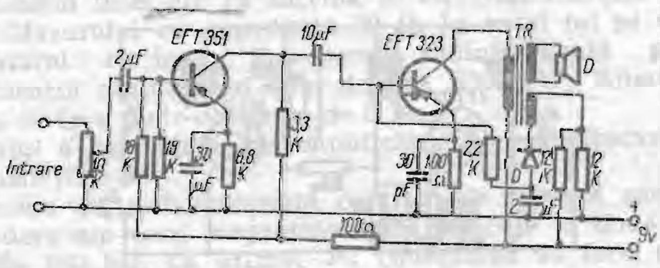


FIG. 205

mare amplificare fără distorsiuni sesizabile. Impedanţa căştii telefonice este de 2 000 Ω.

Şi acum cîteva amplificatoare obişnuite.

Montajul 4. Schema de principiu este reprezentată în fig. 205. Montajul foloseşte două etaje de amplificare cu tranzistoare de fabricaţie românească. Primul etaj este montat clasic. Semnalele audio sînt aplicate prin intermediul unui potenţiometru de 10 kΩ care serveşte şi ca reglaj al volumului, precum şi printr-un condensator de 2 μF, conectat pe baza primului tranzistor de tip EFT 351. Polarizarea acestui tranzistor este stabilită cu ajutorul rezistenţei de 18 kΩ din circuitul bazei şi al rezistenţei de 6,8 kΩ din circuitul de emitor.

Cuplajul cu etajul final se face prin rezistenţă-condensator. Tranzistorul din etajul final este de tipul EFT 323. O particularitate a montajului o constituie faptul că etajul final lucrează în montaj clasa A cu regim variabil. Acesta permite reducerea cu 35% a consumului final, pentru o energie de audiofrecvenţă egală cu cea furnizată de acelaşi tranzistor montat în clasa A.

Regimul de lucru al tranzistorului final este determinat cu ajutorul unei tensiuni de polarizare variabilă, care se obţine prin redresarea unei părţi din energia de audiofrecvenţă furnizată de etajul final. În acest sens transformatorul de ieşire este prevăzut cu un al doilea bobinaj secundar, prin care se culege energia de audiofrecvenţă necesară obţinerii tensiunii de polarizare prin redresare cu dioda EFD 106.

Transformatorul de ieşire TR se bobinează pe tole E 10, grosimea pachetului de tole fiind 10 mm. Bobinajul primar are 1 500 spire din conductor CuEm ∅ 1,12 mm. Secundarul pentru difuzor are 150 spire din conductor cu diametrul de 0,3 mm. Cel de al treilea bobinaj are 200 spire din conductor gros de 0,2 mm.

Montajul 5 este compus din două etaje amplificatoare, ca şi cel precedent. Schema de principiu este dată în fig. 206.

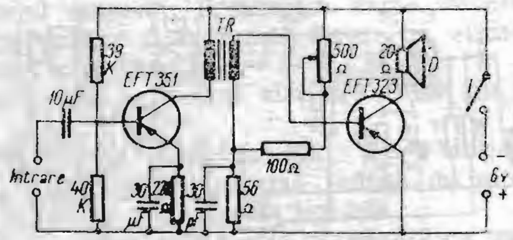


FIG. 206

Curentul de audiofrecvenţă aplicat pe baza primului tranzistor este amplificat şi apare în circuitul de colector al tranzis-

torului, a cărui sarcină este formată de primarul transformatorului de cuplaj TR. Cuplajul între primul și cel de al doilea tranzistor, prin intermediul acestui transformator, permite obținerea unui factor de amplificare maxim și o adaptare a impedanței de ieșire a primului tranzistor la impedanța circuitului de bază al celui de al doilea.

Transformatorul de cuplaj TR se bobinează pe un miez E8, grosimea pachetului fiind 10 mm. Înfășurarea primară are 3 500

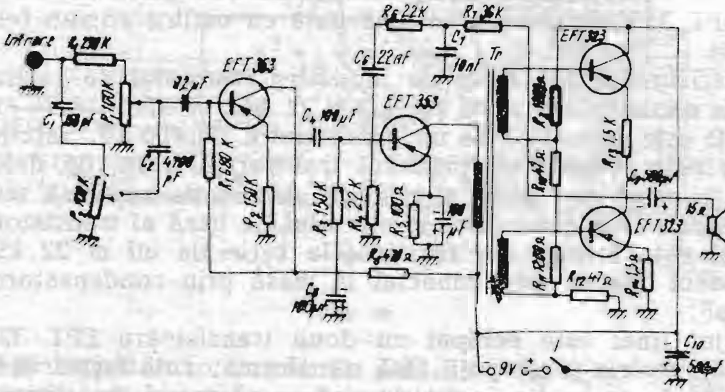


FIG. 207

spire din conductor CuEm ∅ 0,10 mm, iar cea secundară 500 spire din conductor cu ∅ 0,12 mm. Regimul de lucru al tranzistorului final se determină prin polarizarea aplicată bazei, polarizare ce se reglează cu ajutorul potențiometrului de 500 Ω.

Tranzistorul final are ca sarcină în circuitul colector bobina mobilă a difuzorului cu impedanța 20 Ω. În acest fel se elimină transformatorul de ieșire. Puterea de audiofrecvență pe care o poate furniza etajul final este de cca 800 mW. Alimentarea montajului se face dintr-o baterie de 6 V.

Montajul 6 reprezintă un amplificator de audiofrecvență cu 4 tranzistoare (fig. 207).

Tensiunea de audiofrecvență debitată de picupul sau capetele de redare ale unui magnetofon sînt aplicate la două potențiometre de 100 kΩ. La primul, P₁, conectarea se face printr-o rezistență de 270 kΩ, iar la al doilea, printr-un condensator de 150 pF. Aceste potențiometre permit reglarea notelor joase și înalte, potențiometrul P₁ servind totodată și ca regulator de volum.

Primul tranzistor EFT 353 este montat cu colectorul comun și servește ca adaptor de impedanță și ca amplificator. Acest sistem permite obținerea unei impedanțe de intrare ridicate, care se poate adapta cu impedanța unui picup piezoelectric sau electromagnetic. Baza tranzistorului este polarizată printr-o rezistență serie de 680 kΩ, conectată la minusul sursei de alimentare după rezistența de 470 Ω și condensatorul de 100 μF.

Sarcina primului tranzistor este formată de rezistența de 4 700 Ω. Impedanța de ieșire, destul de redusă, corespunde celei de intrare a etajului următor, echipat de asemenea cu un tranzistor EFT 353, montat de această dată cu emitor comun (emitor la masă).

Polarizarea bazei celui de al doilea tranzistor se realizează prin cele două rezistențe de 150 kΩ și 22 kΩ. Rezistența de emitor de 100 Ω este decuplată de un condensator de 100 μF. Sarcina de colector este formată de primarul transformatorului de defazare Tr. Tot în acest etaj găsim și circuitul de reacție negativă, montat între ieșirea amplificatorului și circuitul de bază al tranzistorului. Circuitul este format din rezistențele serie de 36 și 22 kΩ, al căror punct comun este conectat la masă prin condensatorul de 10 000 pF.

Etajul final este echipat cu două tranzistoare EFT 323 ce lucrează simetric (push-pull) fără transformator de ieșire. Ele sînt alimentate în serie din punct de vedere al sursei de alimentare. Cele două bobinaje secundare ale transformatorului permit polarizarea bazelor prin cele două punți formate de rezistențele de 1 200 Ω și 47 Ω.

Curentul de audiofrecvență amplificat în etajul final este aplicat bobinei mobile a difuzorului prin condensatorul electrolitic de 500 μF, separînd bobina de curentul continuu de alimentare. Impedanța bobinei mobile a difuzorului este 15 Ω.

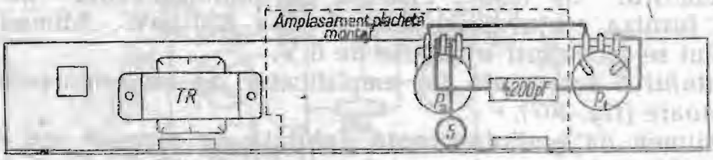


FIG. 208

Prin eliminarea transformatorului de ieșire montajul devine mai simplu, iar transferul audiofrecvenței la difuzor se face integral, fără distorsiuni.

Elementele ce compun amplificatorul sînt fixate pe un mic şasiu cu dimensiunile 235×35 mm (fig. 208). Potenţiometrele sînt accesibile pe una din părţi. Piesele mărunte şi tranzistoarele sînt montate pe o plăcuţă-şasiu (fig. 209), care se fixează perpendicular pe şasiu. Conexiunile se fac fie prin circuit imprimat, fie prin conductoare izolate în material plastic.

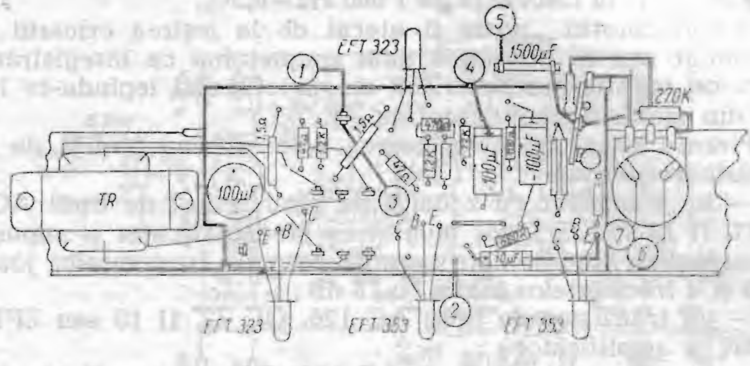


FIG. 209

Transformatorul driver se realizează pe tole de permaloy E6, grosimea pachetului de tole fiind 6 mm. Bobinajul primar are 1 800 spire din conductor CuEm ∅ 0,1 mm, iar secundarul 2×400 spire din acelaşi conductor.

Amplificator stereofonic

Prin stereofonie înţelegem, în general, după cum am mai arătat, reproducerea sunetului cu aceleaşi posibilităţi de localizare a surselor sonore, ca şi în cazul audiţiei directe a unei producţii muzicale, vocale etc.

Înregistrările pe discuri sau benzi stereofonice se fac cu ajutorul a două microfoane de înaltă fidelitate, amplasate în faţa orchestrei, unul în partea dreaptă, celălalt în partea stîngă. Fiecare este conectat la un amplificator separat şi apoi cu dispozitivul de înregistrare.

Pentru reproducerea corectă a unei asemenea transmisii sau înregistrări se foloseşte un receptor capabil a recepţiona separat fiecare canal stereofonic, o doză de picup specială cu două înfăşurări, conectate fiecare la cîte un amplificator. În cazul magnetofonului reproducerea se face cu ajutorul a două capete.

Fiecare amplificator reproduce fie înregistrarea făcută de microfonul din dreapta, fie cea de microfonul din stînga. În acest mod se creează senzaţia de stereofonie.

Montajul 7. Principalele caracteristici ale amplificatorului descris în continuare sînt: canale de amplificare complet tranzistorizate; putere de ieşire 2×5 W; bandă de frecvenţă de la 50 pînă la 17 000 Hz, coeficient de distorsiuni pentru puterea de ieşire de 1 W, la frecvenţa de 1 000 Hz=0,3%.

Amplificatorul poate fi atacat de la ieşirea oricărui picup stereofonic sau de la ieşirea unui magnetofon cu înregistrări stereofonice, ieşirile picupului sau magnetofonului legîndu-se la cîte unul din canalele amplificatorului.

Fiecare canal de amplificare foloseşte un număr de patru tranzistoare şi anume:

— un tranzistor cu zgomot de fond redus, de tipul AC 107, OC 71, П 13 sau EFT 351 montat ca preamplificator şi supus unei contrareacţii variabile care permite corecţia frecvenţelor joase cu 15 dB şi a frecvenţelor înalte cu 18 dB;

— un tranzistor de tipul AC 126, OC 72, П 13 sau EFT 321, montat ca amplificator;

— un tranzistor de tipul AC 128, OC 16 sau П 3B montat ca amplificator, cu sarcina în circuitul emitorului şi care atacă etajul amplificator de ieşire, format dintr-un tranzistor de putere, lucrînd în clasa de amplificare A. Montajul etajului final este caracterizat prin cuplajul direct între colectorul tranzistorului prefinal şi baza tranzistorului final şi printr-un circuit de reacţie negativă între emitorul ultimului tranzistor şi baza celui de al doilea.

În circuitul colector al etajului de putere sarcina este formată de un autotransformator de audiofrecvenţă, care permite adaptarea impedanţei circuitului de colector cu impedanţa bobinei mobile a difuzorului.

Alimentarea se poate face la sector prin intermediul unui transformator de alimentare, a două diode, a unui şoc de filtraj şi a două condensatoare de filtraj, care permit să se elimine orice zgomot de reţea.

În fig. 210 este prezentată schema de principiu a celor două canale de amplificare stereofonică.

Tensiunea de audiofrecvenţă debitată de picupul stereofonic sau magnetofonul stereofonic este aplicată prin intermediul unei rezistenţe de adaptare de 200 kΩ pe fiecare din cele două potenţiometre de volum R_2 şi R'_2. Aceste potenţiometre sînt montate pe acelaşi ax. Trebuie menţionat faptul că dacă se respectă întoc-

mai valorile de montaj și se aleg tranzistoare similare pentru ambele canale, nu este necesar un dispozitiv de balans.

Primul tranzistor montat ca preamplificator are baza polarizată prin grupul de rezistențe de 150 kΩ și 33 kΩ. Sarcina în circuitul de colector este formată de rezistența de 10 kΩ, iar în circuitul emitorului de rezistența de stabilizare de 3,9 kΩ, decuplată de un condensator electrolitic de 100 μF.

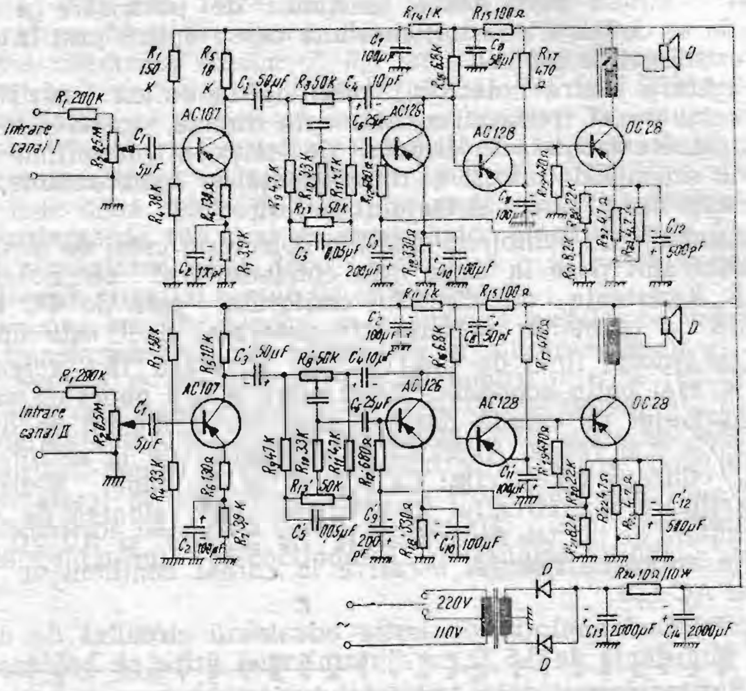


FIG. 210

Rezistența de 180 Ω nedecuplată, montată în serie de circuitul emitorului, provoacă o reacție negativă ce ameliorează curba de răspuns a etajului preamplificator.

Corectorul de tonalitate, cu reglaj separat pentru notele joase, prin potențiometrul P3, și pentru notele înalte prin potențiometrul P2, este montat între etajul preamplificator și etajul al doilea. Tranzistorul următor compensează prin amplificarea pe care o produce toată pierderea provocată de corectorul de ton. El este montat cu emitorul la masă, avînd în circuitul de colector

o rezistenţă de sarcină de 6,8 kΩ şi în circuitul emitor o rezistenţă de 330 Ω, decuplată prin condensatorul electrolitic de 100 μF. Polarizarea bazei la acest tranzistor se obţine luînd o tensiune negativă de pe circuitul de emitor al tranzistorului, prin puntea de rezistenţă de 8,2 kΩ şi respectiv 2,2 kΩ. Este vorba de un circuit de reacţie negativă în curent continuu, datorită legăturii directe dintre ultimele trei etaje şi circuitul de emitor al celui de al doilea tranzistor. Această reacţie negativă în curent continuu stabilizează tensiunea de polarizare a bazei celui de al doilea tranzistor, tensiune ce se aplică prin intermediul rezistenţei de 680 kΩ.

Legătura dintre colectorul celui de al doilea tranzistor şi baza celui de al treilea tranzistor este directă, acesta din urmă avînd sarcina montată în circuitul de emitor şi prezentînd o impedanţă ridicată de intrare şi o impedanţă de ieşire scăzută, ceea ce permite atacul direct al etajului de ieşire.

Semnalele de audiofrecvenţă din colectorul celui de al treilea tranzistor sînt puse la masă prin condensatorul electrolitic de 100 μF. Rezistenţa din circuitul emitorului este de 470 kΩ şi legătura de la emitor la baza tranzistorului final este directă.

Tranzistorul final de tipul OC 28, П 4B sau П 4 lucrează în clasa A, mai puţin economică decît clasa B, din punct de vedere al consumului de curent, dar asigurînd un coeficient de distorsiuni mult mai redus. Alimentarea făcîndu-se de la sector, problema reducerii consumului de curent nu se pune. Rezistenţa de stabilizare din circuitul emitorului avînd valoarea de 45 Ω este şuntată de puntea de rezistenţe de 2,2 kΩ şi 8,2 kΩ, care permite aplicarea reacţiei negative în curent continuu pe tranzistorul AC 126.

Autotransformatorul de ieşire adaptează circuitul de colector la impedanţa de 3,5 Ω cu ajutorul unei prize pe bobinaj.

Autotransformatorul se poate confecţiona pe un miez de tole E 10, grosimea pachetului fiind 20 mm. Bobinajul are în total 500 spire din conductor de cupru emailat, din care 57 spire din conductor de 0,6 mm, iar diferenţa din conductor de 0,3 mm. Priza de bobinaj se scoate la spira a 57-a, corespunzînd impedanţei de 3,5 Ω a bobinei mobile a difuzorului. În cazul cînd amatorul dispune de difuzoare cu impedanţa bobinei mobile diferită de 3,5 Ω, se bobinează primele 100 spire cu conductor CuEm ∅ 0,6 mm, scoţîndu-se prize din 10 în 10 spire, restul bobinajului făcîndu-se cu conductor Cu Em ∅ 0,3 mm. Bobina mobilă a difuzorului se leagă prin tatonări la diferitele prize ale bobinajului, pînă se obţine semnalul maxim.

În acest fel se pot adapta difuzoare cu impedanţă cuprinsă între 2—6 Ω. Alimentarea amplificatorului este asigurată prin intermediul unui transformator de alimentare, avînd un bobinaj primar pentru tensiunile de reţea de 220 V şi 110 V şi un bobinaj secundar care poate asigura 2×15 V şi 1,4 A. Acest transformator se poate realiza pe tole E 10, grosimea pachetului de tole fiind 25 mm. Bobinajul primar are 1 980 spire, din care 980 din conductor Cu Em ∅ 0,35 mm şi restul de 1 000 din conductor Cu Em ∅ 0,25 mm. Priza, care se scoate la spira 980, serveşte pentru alimentarea la reţeaua de 110 V. Secundarul are 2×165 spire din conductor Cu Em ∅ 0,8 mm. Redresorul mai cuprinde două diode redresoare de tipul D 303, D 304 sau SFR 164, cu ajutorul cărora se redresează ambele alternanţe. Tensiunea negativă este filtrată prin rezistenţa bobinată de 10 Ω şi 10 W şi de două condensatoare electrolitice de 2 000 μF, la 25 V. Din acest punct, cele două celule de filtraj separate, compusă fiecare dintr-o rezistenţă de 100 Ω şi un condensator electrolitic de 500 μF, permit alimentarea celor două canale fără a se produce cuplaje parazite prin circuitul comun de alimentare.

Cablajul amplificatorului se realizează astfel: se aşază pe şasiu transformatorul de alimentare şi autotransformatorii de ieşire, precum şi potenţiometrii dubli pentru diferite reglaje. Se aşază apoi cele două tranzistoare finale OC 28 pe suporturile lor, radiatoarele avînd grijă să le intercalăm între marginea acestora şi suporturi, pentru a evita contactul direct între colectoarele tranzistoarelor de putere şi masă. Se conectează diferitele piese prin conductor de cupru izolat în material plastic. Se montează apoi alimentatorul, respectîndu-se polaritatea diodelor redresoare.

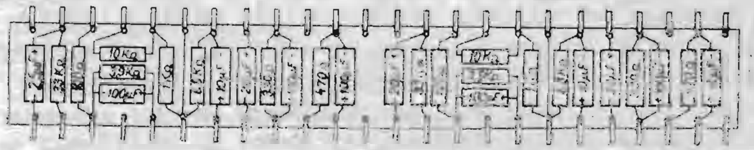


FIG. 211

Pentru fixarea unora din piesele componente se foloseşte o plachetă de pertinax (fig. 211). După fixarea pieselor pe plachetă se efectuează conexiunile la contactele din partea inferioară a plachetei şi apoi la contactele din partea superioară.

Placheta se montează la 2 cm de şasiu, cu ajutorul a două distanţiere. După efectuarea conexiunilor se fac legăturile prima-

rului de la transformatorul de alimentare la un schimbător de tensiune care va fi amplasat pe șasiu după orientarea constructorului, de preferință pe partea posterioară a șasiului.

Dacă se respectă întocmai schema de principiu, planul de cablaj și valorile pieselor indicate, amplificatorul va funcționa fără nici un reglaj. Se va acorda atenție deosebită alegerii tranzistoarelor din cele două canale de amplificare, care trebuie să fie asemănătoare din punct de vedere al caracteristicilor de lucru.

Cele două difuzoare folosite vor avea o putere de 6—10 W și vor fi montate în două cutii acustice de lemn cu dimensiunile: 400 mm înălțime, 160 mm lărgime și 230 mm adîncime. Cutiile acustice vor fi așezate în dreapta și în stînga locului de unde se audiază reproducerea, păstrîndu-se între cutii o distanță minimă de 2 m, pentru a se putea crea efectul stereofonic.

Montaje pentru alimentarea aparaturii radio

Alimentatoare cu tuburi electronice

Modul cel mai economic de alimentare pentru aparatura radio este folosirea energiei de la rețeaua electrică.

În general această energie se prezintă sub formă de curent alternativ, cu frecvența de 50 perioade pe secundă, avînd tensiunea 220 V sau 110 V.

Curentul de la rețea nu poate fi folosit direct pentru alimentarea tuburilor electronice. Am văzut că încălzirea filamentelor se face cu tensiuni reduse de 1,5...2 V, în cazul tuburilor cu încălzire directă, și de ordinul 4...12,6 V, în cazul tuburilor cu încălzire indirectă. De menționat că la tuburile cu încălzire directă filamentul trebuie alimentat cu curent continuu, întrucît curentul alternativ produce o fluctuație a emisiei electronice. Tuburile cu încălzire indirectă, datorită catodului, au o inerție termică mare și nu simt aceste fluctuații, ceea ce permite alimentarea directă a filamentului cu curent alternativ. Singura măsură ce trebuie luată este coborîrea tensiunii de la sector pînă la valoarea maximă cerută de filamentul tubului, prin intermediul unui transformator de rețea. Pentru alimentarea anodică, tensiunea rețelei este de obicei ridicată și apoi redresată cu tuburi electronice diode, cu diode cu germaniu sau cu celule cu seleniu.

Transformatoarele de alimentare necesită un circuit magnetic cu miez din tole de ferosiliciu, pe care sînt bobinate un primar ce se conectează la rețea, un secundar pentru alimentarea filamentelor tuburilor electronice, un secundar numit și „de înaltă tensiune" pentru obținerea tensiunii anodice și un secundar pentru încălzirea filamentului tubului electronic redresor, atunci cînd redresarea se face cu tub electronic.

Principiul funcțional al diodei permite redresarea unei singure semiperioade a curentului alternativ, ca în fig. 212 A. În majoritatea cazurilor însă se redresează ambele semiperioade, ca

în fig. 212 B, folosindu-se două diode montate de obicei într-un singur balon de sticlă (redresoare biplacă).

Curentul pulsatoriu redresat, fie cu o singură semiperioadă, fie cu ambele, nu poate fi folosit ca atare, ci necesită o netezire (filtrare) a lui pentru obținerea alimentării anodice.

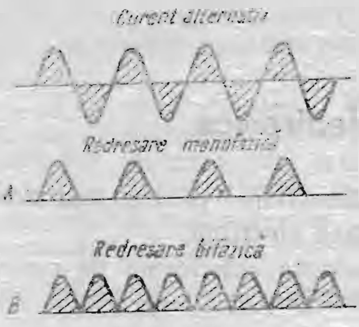


FIG. 212

Netezirea (filtrarea) se obține cu un filtru compus dintr-o inductanță ce oprește trecerea curentului pulsatoriu, permițînd numai trecerea curentului continuu, și două condensatoare de capacitate mare (8...100 μF). Unul (C_1) este așezat după dioda redresoare, avînd rolul de netezire a curentului pulsatoriu, și cel de al doilea (C_2) după inductanță, pentru netezirea resturilor de pulsații ce mai rămîn pe curentul continuu trecut prin inductanță. Inductanța este numită și șoc de filtraj sau, mai corect, bobină de șoc cu miez de fier, pentru filtraj.

Montajul 1. În fig. 213 este arătat un redresor al ambelor semiperioade, folosit în mod frecvent. Uneori șocul de filtraj este înlocuit cu bobina de excitație a unui difuzor electrodinamic.

Iată și datele de realizare a unui transformator de rețea obișnuit. Pe un miez de fier cu secțiunea 8,5 cm², înfășurarea primară pentru rețea va avea 978 spire cu conductor CuEm ∅ 0,35 mm.

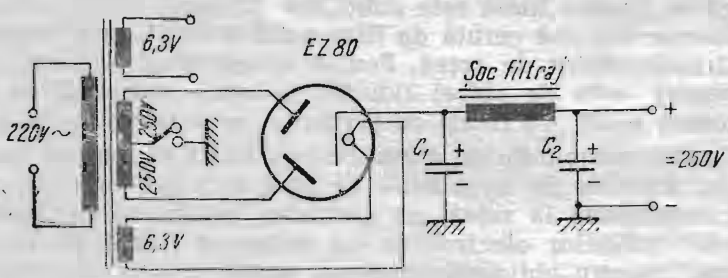


FIG. 213

Secundarul pentru 2×250 V și 0,1 A va avea 2×1 220 spire cu conductor CuEm ∅ 0,26 mm. Secundarul pentru filamentul redresoarei are de obicei 5 V și 2 A și dispune de 25 spire din conductor CuEm ∅ 1,5 mm. Secundarul pentru filamentele tubu-

rilor va da 6,3 V și 2 A, avînd 31 spire din conductor CuEm ∅ 1,5 mm.

Montajul 2. Pentru reducerea dimensiunilor transformatorului, care este o piesă greoaie și scumpă, se poate elimina secundarul de înaltă tensiune, redresîndu-se direct tensiunea de la

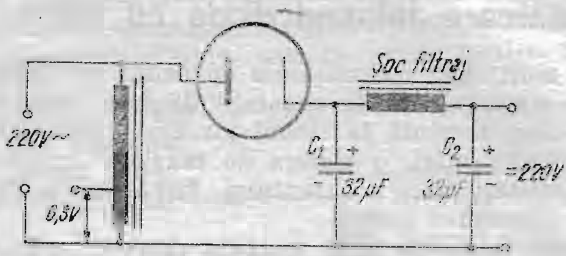


FIG. 214

rețea printr-o redresoare monoplacă, după cum se vede în fig. 214.

Montajul 3. Cînd se folosesc tuburi electronice cu alimentare zisă „universală", se poate renunța total la transformator

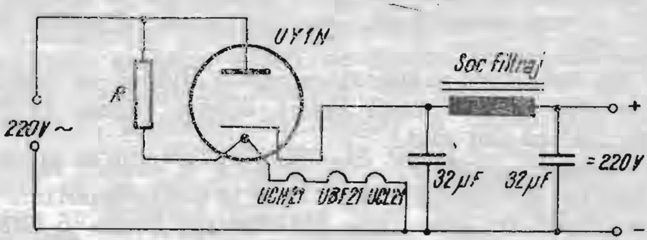


FIG. 215

sau autotransformator, curentul pentru redresare luîndu-se direct de la rețea, iar alimentarea filamentului redresoarei și a celor-

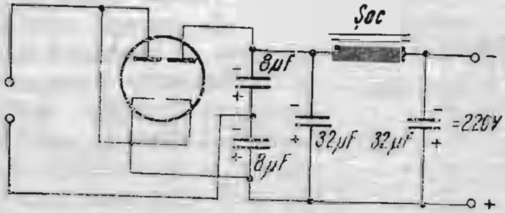


FIG. 216

lalte tuburi electronice făcîndu-se direct de la rețea printr-o rezistență adecvată (fig. 215), conectată în serie.

Montajul 4. Se pot obține și redresări cu dublare de tensiune, în cazul unei rețele de 110 V, cu un tub redresor biplacă (fig. 216).

Alimentatoare folosind diode cu siliciu

Încă de mult timp redresoarele cu celule cu seleniu au înlocuit într-un mare număr de montaje diodele redresoare cu vid sau cu gaz, deși prezintă la rîndul lor unele dezavantaje, ca dimensiunile relativ mari, o cădere de tensiune importantă în cazul unei intensități mari a curentului, îmbătrînirea relativ rapidă care impune înlocuirea lor.

În prezent însă, odată cu apariția diodelor miniatură cu siliciu, aproape toate alimentatoarele se proiectează și construiesc cu aceste elemente.

Vom descrie în continuare montaje de alimentatoare cu asemenea diode, dar nu înainte de a atrage atenția asupra unor precauții ce trebuie luate pentru a evita deteriorarea lor și anume :

— să nu îndoim capetele de conexiune ale diodei decît la distanță de corpul propriu-zis, pentru a nu provoca spargerea diodei ;

— să nu încălzim exagerat capetele diodei la lipirea conexiunilor. De obicei, în timpul lipirii, aceste capete se țin strîns cu un clește patent sau plat ;

— să urmărim atent în fișa tehnică a diodei tensiunea inversă și curentul maxim de vîrf pe care le poate suporta.

De menționat că tensiunea inversă nu poate fi luată egală cu tensiunea eficace de redresat, ea fiind mai mare. Astfel, urmărind montajul din fig. 217, vom observa că prima alternanță ce trece prin diodă încarcă condensatorul C cu o tensiune egală cu 1,4 ori tensiunea eficace alternativă aplicată la intrarea redresorului.

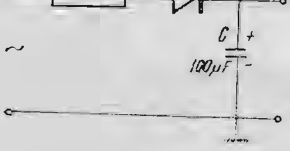


FIG. 209

În cursul următoarei alternanțe a sursei de curent alternativ tensiunea acesteia se înseriază cu cea acumulată pe condensator, ceea ce face ca practic tensiunea inversă aplicată diodei să fie de 2,8 ori mai mare decît tensiunea eficace a sectorului. Astfel, pentru o tensiune alternativă de 220 V la intrarea redresorului, valoarea tensiunii re-

dresate în gol va fi de 308 V, iar tensiunea inversă de vîrf, aplicată diodei, de 616 V. Sigur că, neţinînd seama de aceste considerente, dioda va fi rapid scoasă din serviciu.

Montajul 5 (fig. 218) foloseşte o diodă şi un condensator C, dar nu prezintă prea mult interes, deoarece permite obţinerea unei tensiuni redresate sub valoarea tensiunii eficace a reţelei.

Ca urmare a extremei sale simplicităţi poate fi folosit pentru alimentarea aparaturii simple, sau ca sursă pentru tensiuni de polarizare fixe.

Diode folosite: B4100 — OA211 — SFR156, cu tensiune inversă 650 V, tensiune continuă în sarcină 220—280 V, intensitate maximă 350 mA.

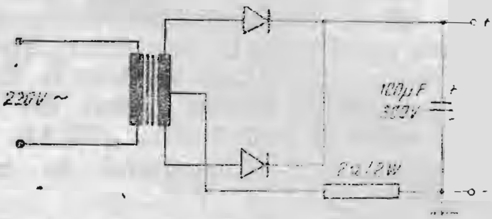


FIG. 218

Montajul 6. Redresor cu dublă alternanţă (fig. 218), foloseşte un transformator cu înfăşurare dublă în secundar, fiecare înfăşurare avînd tensiunea sectorului. Este foarte des întrebuinţat în montajele comerciale deoarece asigură un filtraj uşor şi eficace al tensiunii redresate.

Se folosesc aceleaşi tipuri de diode. Tensiunea continuă în sarcină 290 V. Intensitatea maximă: 400 mA.

Montajul 7. Redresor cu montaj în punte (fig. 219), foloseşte 4 diode şi un condensator. În cazul acestui montaj tensiunea inversă ce se aplică fiecărei diode scade, fiind în jurul a 325 V, ceea ce permite folosirea unor diode cu tensiune inversă maximă de 400 V — OA210 — SF154 — D7Ж.

Tensiunea continuă în sarcină = 290 V. Intensitatea maximă: 400 mA.

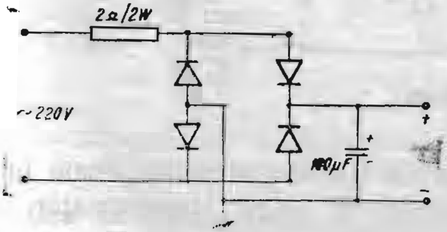


FIG. 219

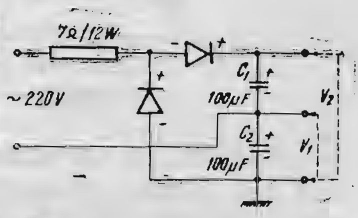


FIG. 220

Montajul 8. Dublor de tensiune (fig. 220). Asigură dublarea tensiunii utile prin încărcarea succesivă a celor două condensatoare şi debitarea în serie faţă de sarcină. Sînt necesare diode cu T.I.V. (tensiune inversă de vîrf) de 650 V.

Tensiunea continuă în sarcină $V_1 = 600$ V; $V_2 = 300$ V. Intensitate continuă totală : 350 mA.

Montarea diodelor în serie. Diodele cu siliciu curente au o T.I.V. de maximum 400 V, ceea ce nu permite redresarea unei tensiuni superioare lui 250 V, cu excepţia montajului în punte a 4 diode (fig. 219). În lipsa unor diode cu siliciu cu T.I.V. mai mare, putem proceda la înserierea a 2 sau 3 diode cu siliciu cu T.I.V. 400 V. Deoarece însă rezistenţa internă inversă a diodelor nu este egală decît în rare cazuri, pentru a evita repartizarea neuniformă a T.I.V., ceea ce duce la străpungerea uneia din diode, este necesar să şuntăm fiecare din diode cu rezistenţe chimice avînd valori în jurul a 200 ... 220 kΩ.

Montajul 9. Alimentator de înaltă tensiune şi tensiune medie.

Montajul permite obţinerea după dorinţă a unei tensiuni de 550 V sau 275 V, folosind un transformator de reţea cu secundarul 2×230 V (fig. 221).

În poziţia cu priza mediană a transformatorului la masă, cele două diode de intrare aşezate în sensuri inverse nu lucrează şi avem, datorită celorlalte două, un redresor cu dublă alternanţă şi o tensiune pe sarcină de cca 275 V. În cazul cînd punctul B este legat la masă, redresorul funcţionează în punte şi obţinem o tensiune redresată de cca 550 V.

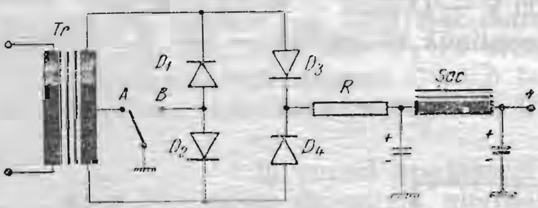


FIG. 221

Montajul 10. Un alimentator cu tensiuni multiple. Poate furniza trei tensiuni distincte folosind un singur transformator cu înfăşurarea secundară 2×250 V (fig. 222).

Tensiunea cea mai înaltă IT2 este obţinută cu ajutorul punţii compusă din cele 4 diode. Şocul S_3 şi condensatorii C_1 şi C_2 asigură filtrajul.

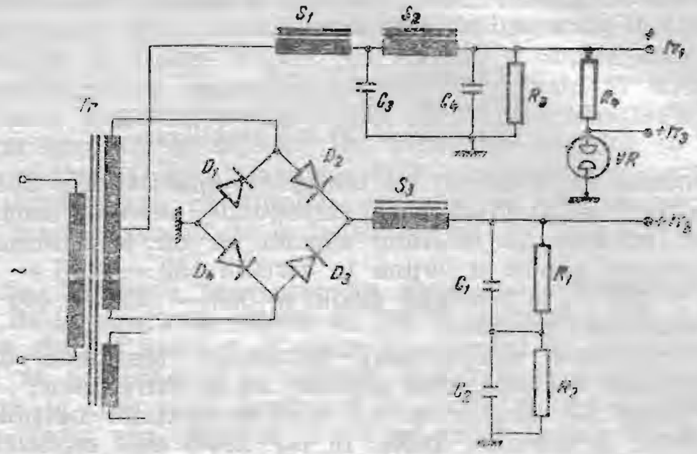


FIG. 222

Rezistenţele R_1 şi R_2 servesc atît ca bleeder cît şi pentru repartizarea uniformă a tensiunii pe cele două condensatoare.

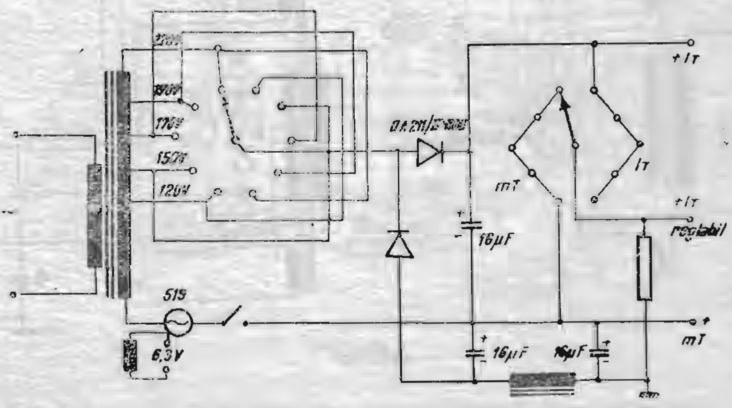


FIG. 223

Cea de a doua tensiune IT1 foloseşte punctul median al înfăşurării secundare şi respectiv diodele D_1 şi D_4. Filtrajul este

asigurat prin cele două şocuri S_1 şi S_2 şi două condensatoare C_3, C_4. Rezistenţa R_3 serveşte ca bleeder. Cea de a treia tensiune stabilizată se obţine la capetele tubului stabilizator VR, prevăzut pentru tensiunea de +150 V, conectat la sursă prin rezistenţa R_4.

Tensiuni şi curenţi obţinuţi simultan :

IT2 = 600 V 150 mA
IT1 = 300 V 100 mA
IT3 = 150 V 20 mA stabilizat.

Montajul 11. Redresor cu tensiune reglabilă (fig. 223). Realizare simplă şi practică care corespunde nevoilor amatorului. Regăsim dublorul de tensiune asociat cu un transformator cu prize, calculat pentru a obţine în sarcină 150 — 175 — 200 — — 225 — 250 V în tensiune medie şi 300 — 350 — 400 — 450 şi 500 V în înaltă tensiune.

O înfăşurare suplimentară furnizează tensiunea de filament. Circuitul secundar este prevăzut cu un întreruptor.

Montajul 12. Transformarea unui alimentator obişnuit pentru a obţine o tensiune dublă. În fig. 224-*a* este reprezentat un alimentator comun cu transformator şi redresoare biplacă, avînd tensiunea de ieşire în sarcină puţin inferioară tensiunii eficace date de fiecare bobinaj secundar. Este uşor să obţinem o ten-

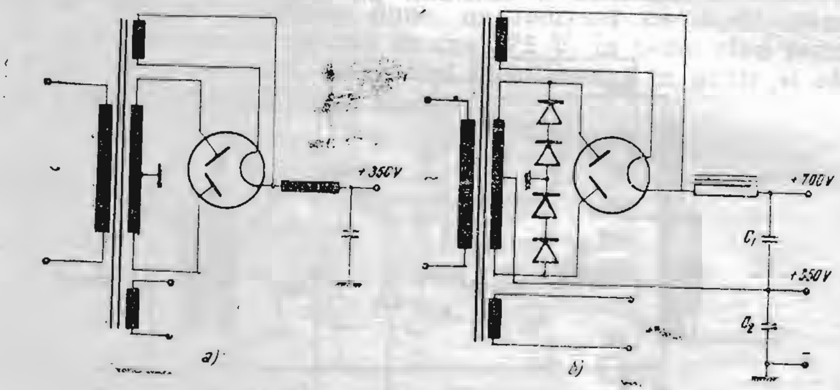


FIG. 224

siune suplimentară dublă păstrînd tensiunea existentă. Este suficient să adăugăm un grup de 4 diode care, împreună cu tubul biplacă existent, formează o punte (fig. 224-*b*).

Punctul median al bobinajului ne va asigura tensiunea medie 350 V, în timp ce pe catodul tubului vom găsi o tensiune dublă

700 V, ambele putînd fi utilizate simultan în limitele impuse de transformator. Diodele trebuie să aibă o T.I.V. minimă de 500 V.

Montajul 13. Sursă economică de înaltă tensiune. Utilizarea din ce în ce mai frecventă a amplificatoarelor liniare de putere ridică problema unor alimentatoare cu tensiuni de 1 000 V și mai mult. Nu e departe timpul cînd pentru a obține aceste tensiuni trebuia să ne construim adevărate centrale în miniatură, prevăzute cu transformatoare pe care cu greutate le puteam ridica din cauza greutății și mărimii lor. Folosirea diodelor cu siliciu permite realizarea unor montaje fără transformator care, prin dublări, triplări sau cvadruplări de tensiune asigură asemenea tensiuni înalte, pornind de la tensiunea de 220 V a rețelei electrice.

În fig. 225 este prezentat un asemenea alimentator, care pornind de la tensiunea rețelei de 220 V, asigură 1 000—1 200 V. Este însă absolut necesar să avem în curentul de intrare o siguranță și să conectăm alimentatorul numai la o priză de curent polarizată, la care polul neutru să fie conectat la șasiul redresorului, la rîndul său conectat la o bună priză de pămînt. În cazul

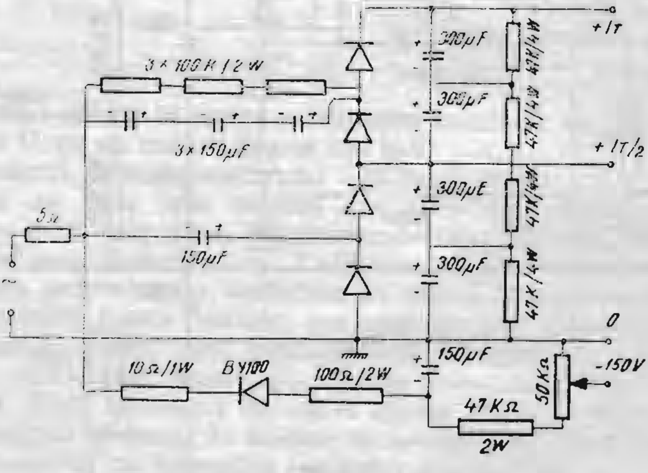


FIG. 225

unei false manevre siguranța se volatilizează și evită astfel punerea sub tensiune a șasiului, și respectiv, a operatorului. Schema este clară. Cvadruplorul de tensiune folosește minimum 4 diode BY100, BY127 sau similare, prezentînd un T.I.V. de 800 V și un curent de 500 mA și 12 condensatoare de filtraj de 150 μF/350 V.

Fiind vorba de două dubloare în serie, putem obţine o tensiune medie în mijlocul punţii IT/2.

Filtrajul se obţine prin cele 4 condensatoare de 300 μF montate în serie şi avînd în paralel 4 rezistenţe de 47 kΩ, care egalizează tensiunile, formînd în acelaşi timp şi un bleeder.

Partea inferioară a schemei reprezintă un redresor suplimentar, cu o singură alternanţă, echipat cu o diodă identică şi furnizînd o tensiune pentru negativări de 300 V, din care o parte, de la 0 la 150 V, se obţine prin potenţiometrul de 50 kΩ.

În cazul în care ne sînt necesare tensiuni fixe, putem prevedea în locul potenţiometrului tuburi stabilovolt, pentru a asigura 90, 120, 150 sau 210 V, tensiuni stabilizate, totodată.

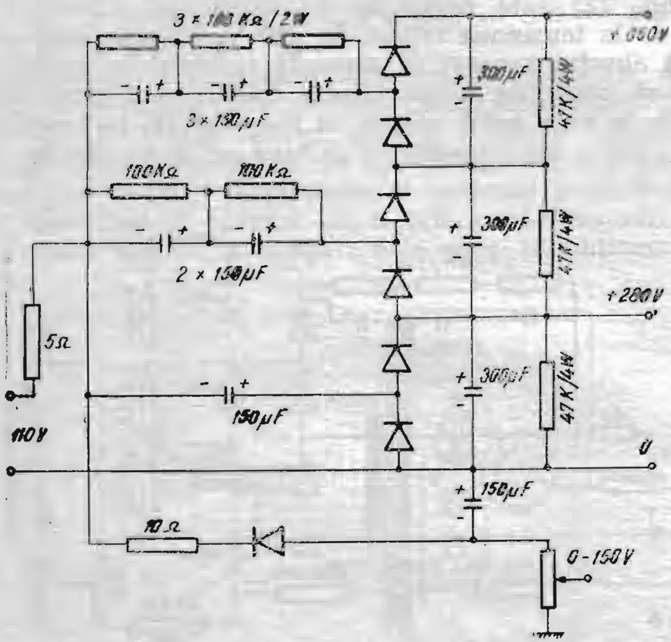


FIG. 226

Montajul 14 (fig. 226) reprezintă un sexiplor de tensiune pornind de la reţeaua de alimentare de 110 . . . 120 V, respectiv 3 dubloare de tensiune în serie. Obţinem astfel 850 V înaltă tensiune şi 280 V tensiune intermediară, folosind 12 condensatoare de 150μF/350 V şi 6 diode OA210, BY127 sau similare. Condensatoarele de 300 μF sînt formate din cîte două condensatoare

de 150μF montate în paralel. O ramură suplimentară furnizează o tensiune negativă ajustabilă, de la 0 la 150 V.

Sînt necesare aceleași precauții ca și la montajul precedent.

Alimentatoare de joasă tensiune pentru aparatura cu tranzistoare

Montajul 15. Alimentator de 2...9 V și 200 mA (fig. 227). Se alimentează de la rețeaua de curent alternativ de 120 sau

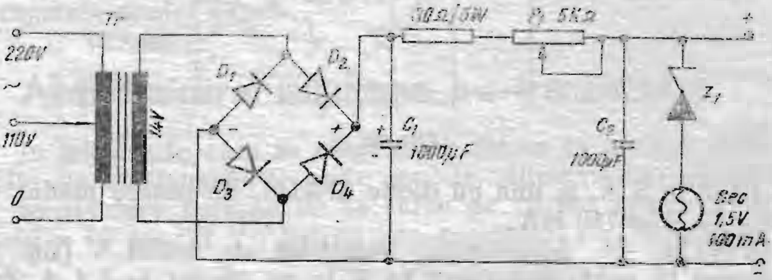


FIG. 227

220 V, putînd debita la ieșire o tensiune continuă variabilă de la 2 pînă la 9 V, cu un curent de cca 200 mA.

Secundarul transformatorului utilizat furnizează 2×7 V. Redresarea se face prin puntea compusă din diodele D_1—D_4, iar filtrajul prin cele două condensatoare de 1 000 μF, rezistența de 30 Ω și potențiometrul de 5 kΩ, montat ca reostat, cu ajutorul căruia putem regla tensiunea la ieșire. Tensiunile de 9 V fiind în general foarte uzitate s-a prevăzut o stabilizare prin dioda Zener Z_1, astfel încît indiferent de variațiile de curent ale aparaturii alimentate, tensiunea rămîne constantă la 9 V într-o zonă largă. Dacă tensiunea de ieșire atinge 10 V și crește, dioda intră în acțiune și becul L_1 începe să se aprindă. Dioda Zener și becul L_1 formează un ansamblu regulator și indicator.

Montajul 16. Alimentator de putere, cu tensiune redusă (12V/5A). Este foarte util pentru încercări și punerea la punct a amplificatoarelor de putere cu tranzistoare, care cer curenți importanți. Transformatorul (fig. 228) este prevăzut a debita în secundar 10 V 6 A, iar sistemul de redresare este format din două punți a cîte 4 diode: o punte din diode de putere SFR106 sau similare, care împreună cu un condensator de 1 000 μF asi-

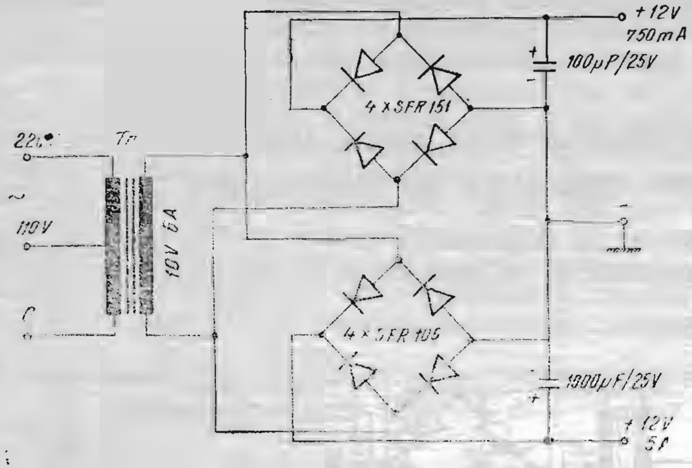


FIG. 228

gură 12 V la 5 A, şi una cu diode SFR151, de putere medie, care asigură 12 V la 750 mA.

Montajul 17. Alimentator stabilizat de 12/24 V (fig. 229). Redresorul în punte debitează 24 V la un curent de 1,4 A, filtrajul efectuîndu-se cu un condensator de 2 000 µF/50 V.

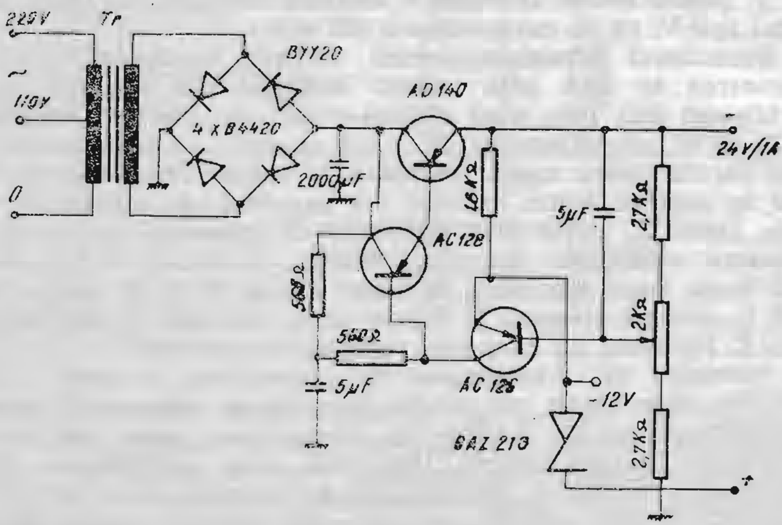


FIG. 229

Sistemul de stabilizare cuprinde două rezistenţe de 2,7 kΩ şi un potenţiometru de 2 kΩ dispuse între — 24 V şi masă (+24 V), care permit aplicarea tensiunilor de comandă pe baza tranzistorului AC 126, a cărui tensiune de emitor este stabilizată printr-o diodă Zener. Această tensiune de comandă este amplificată de tranzistorul AC 128 montat în cascadă şi modifică polarizarea aplicată pe baza tranzistorului de putere AD 140. Conductibilitatea acestui tranzistor este astfel automat modificată după tensiunea de ieşire, ceea ce permite reglajul în funcţie de sarcină. Potenţiometrul se reglează o dată pentru totdeauna pentru a obţine la ieşire — 24 V.

O tensiune de 12 V la o intensitate mai redusă putem obţine la capetele diodei Zener.

Alimentatoare autonome cu tranzistoare

În măsura în care se răspîndesc din ce în ce mai mult instalaţiile de radioemisie-recepţie mobile, alimentatoarele autonome cu tranzistoare pornind de la surse de curent continuu de mică tensiune (6 sau 12 V), baterii sau acumulatoare, devin mai necesare.

Principiul de funcţionare al unui asemenea alimentator este asemănător cu vechiul sistem ce folosea un vibrator pentru întreruperea ritmică a unei surse de curent continuu, care se aplică apoi unui transformator ridicător. În cazul nostru, rolul vibratorului este luat de tranzistoare.

Montajul 18. Convertizor pentru două tensiuni, alimentat dintr-o baterie de 6 V. Montajul reprezentat în fig. 230 furnizează, pornind de la o baterie de 6 V, o tensiune înaltă de 400 V la un curent de 100 mA, şi o tensiune medie de 200 V la un curent de 50 mA ; respectiv, o putere totală de 50 W. Randamentul, folosind la transformator un miez adecvat, depăşeşte 80%, ceea ce face ca în plină sarcină circuitul solicitat din baterie să depăşească puţin 10 A.

Folosim două tranzistoare de tip AD 211 care admit un curent superior celui necesar. Secundarul, avînd priză mediană, este conectat la o punte cu 4 diode, ceea ce permite obţinerea celor două tensiuni bine redresate. Datele transformatorului :

Pentru un miez de ferosiliciu, cu secţiunea 1,5 cm^2, inducţie 15 000 gauss şi o frecvenţă a curentului de 300 Hz vom avea :

Pentru primar $L = 2 \times 22$ spire.

Pentru bobinajul de reacţie $L_r = 2 \times 9$ spire.

Pentru secundar $L_s = 1\,460$ spire cu priză mediană.

Secțiunile conductorilor se calculează socotind o încărcare de 4 A pentru 1 mm² de secțiune.

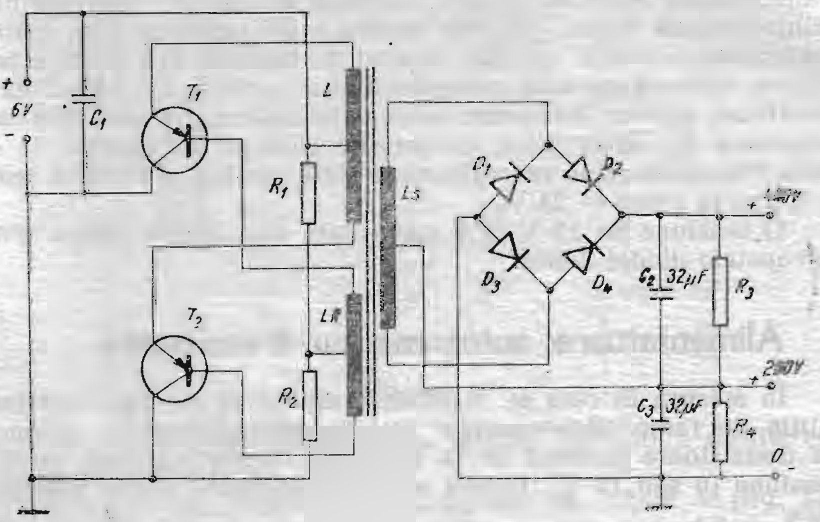


FIG. 230

Montajul 19. Convertizor de putere redusă, de 30 W, pornind de la o baterie de 12 V (fig. 231). Este destinat alimentării unui radioemițător sau radioreceptor, montat pe o mașină, prevăzută cu baterie de 12 V, și debitează 300 V la o intensitate de 100 mA. Se poate utiliza de asemenea o tensiune medie de 150 V. Consumul de curent de la baterie se găsește între 3 și 4A. Se folosesc două tranzistoare, de tipul AD 149, și 4 diode cu siliciu montate în punte.

Pentru evitarea eventualelor interferențe provocate de oscilatorul cu tranzistoare, utilizăm filtrul LC în serie cu conexiunea la pozitivul bateriei, L avînd 50 spire din conductor izolat cu email, cu diametrul 2 mm, bobinate pe un suport fără miez, de 12 mm diametru. Condensatorul joacă rol de amortizor al șocurilor provocate de întreruperile de curent, evitînd astfel eventualele supratensiuni ce s-ar crea pentru tranzistoare și diode.

Montajul 20. Convertizor de putere medie, alimentat la 12 V (fig. 232). Permite obținerea unei puteri utile de 50 W.

Demarajul oscilațiilor este asigurat de disimetria creată între cele două tranzistoare de tip ASZ 18, tranzistorul T_2 fiind ușor polarizat prin rezistența de 330 Ω. Redresarea : prin puntea

formată de diodele de tip BY100. Transformatorul se realizează pe un miez cu secţiunea 1,5 cm², cu următorul număr de spire :

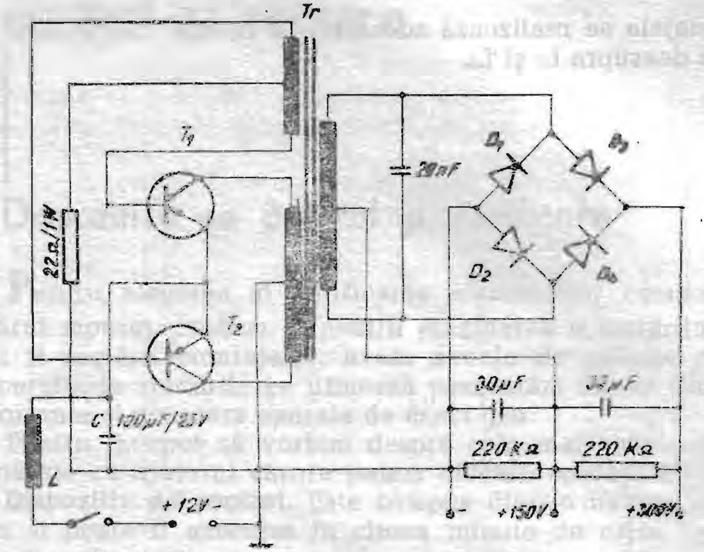


FIG. 231

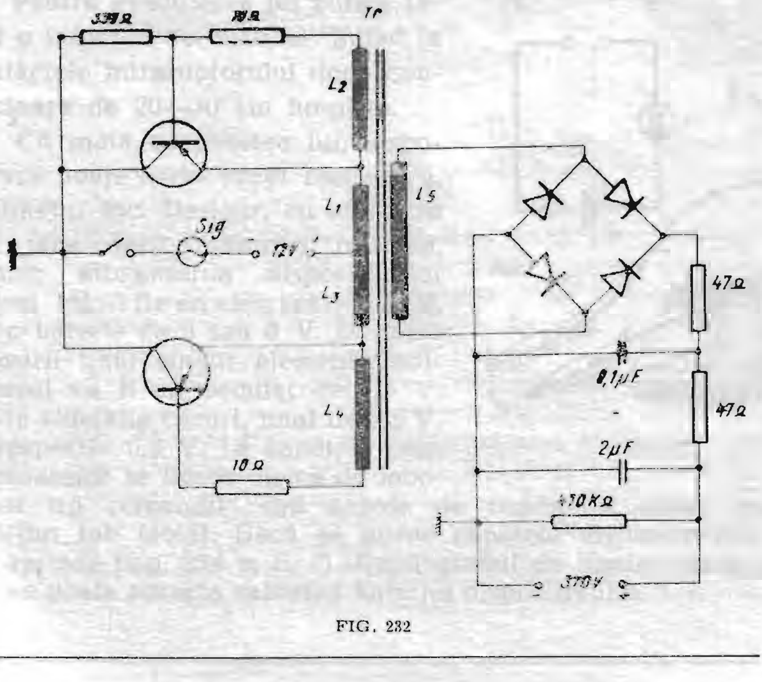


FIG. 232

L_1 şi L_3 = 37 spire conductor 1,2 mm ;
L_2 şi L_4 = 15 spire conductor 0,45 mm ;
L_5 = 1 250 spire conductor 0,25 mm.

Bobinajele se realizează succesiv, L_5 imediat lîngă miez, apoi L_1 şi L_3 şi deasupra L_2 şi L_4.

Aparatură de măsurare, control şi reglare

Dispozitive de control şi verificare

Pentru alegerea şi verificarea elementelor componente ale oricărui montaj, precum şi pentru efectuarea măsurărilor, controlului şi reglării montajelor, avem nevoie de diferite dispozitive şi aparate. În rîndurile ce urmează prezentăm cîteva din cele mai importante şi necesare aparate de acest gen.

Pentru început să vorbim despre cele mai simple dispozitive şi aparate cu ajutorul cărora putem efectua operaţiile de mai sus.

Dispozitiv de control. Este compus dintr-o baterie şi o lampă (bec) şi poate fi executat în cîteva minute de orice radioamator începător (fig. 233).

Pentru executarea lui putem folosi o lanternă de buzunar, lipind la contactele întreruptorului două conductoare de 20—30 cm lungime.

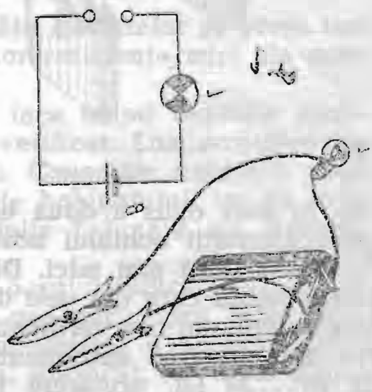


FIG. 233

Cu toată simplitatea lui, dispozitivul poate servi drept ohmmetru, voltmetru etc. Desigur, cu el nu se pot face decît măsurări relative. Pentru alimentarea dispozitivului putem folosi fie un element de 1,5 V, fie o baterie de 3 sau 6 V. În cazul folosirii unui singur element, indicatorul va fi un beculeţ de 1,5 V, iar în celelalte cazuri, unul de 3,5 V, şi respectiv 6,3 V. La capetele conductoarelor se lipesc cleme de laborator tip „crocodil" sau capete de conductor rigid, introduse într-un tub izolat. Dacă se unesc capetele dispozitivului, becul se aprinde (fig. 234 *a*, *b*, *c*). După gradul de luminozitate a becului se poate aprecia calitatea bateriei dispozitivului.

La o iluminare normală a becului, prin conectarea unei alte baterii cu polaritatea opusă (fig. 234 *e*, *d*), vom putea aprecia funcționarea acestei baterii. Cu cît becul luminează mai puțin, cu atît este mai bună bateria.

Desigur, ea poate fi verificată și fără acest dispozitiv, dar verificarea tensiunii prin luminozitatea beculețului, prin conecta-

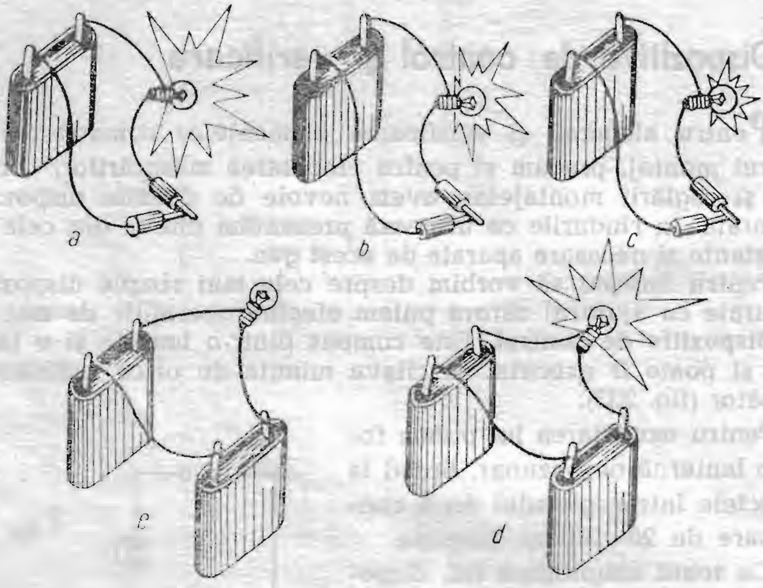


FIG. 234

rea în sens opus a două baterii dă rezultate mai bune, datorită particularității ochiului nostru de a sesiza mai ușor schimbările la luminozități mai mici. Din păcate, prin această metodă nu se poate stabili care din cele două baterii este mai slabă (cea a dispozitivului sau cea verificată). Dispozitivul poate fi folosit și pentru determinarea aproximativă a valorii rezistențelor mici (pînă la 20...30 Ω), urmărind luminozitatea beculețului atunci cînd rezistența respectivă este conectată în circuit. Avînd cîteva rezistențe etalon (de 5, 10, 15, 20, 30 Ω) sau un reostat de 20...30 Ω, se poate antrena ochiul pentru a determina cît mai aproape de realitate valoarea rezistenței.

În afară de aceasta, dispozitivul de control permite verificarea continuității filamentului la tuburile electronice, existența

unui scurtcircuit între diferiți electrozi ai tuburilor electronice și, în general, existența unui scurt circuit în montaj.

Verificarea contactelor și continuității filamentului la tuburile electronice, precum și a conexiunilor din montaj. Circuitele care nu conțin rezistențe, condensatoare sau inductanțe pot fi verificate cu acest dispozitiv. În acest caz aprinderea becului la conectarea capetelor dispozitivului la capetele circuitului va indica continuitatea circuitului. Cînd se verifică montaje cu tuburi alimentate la baterii, acestea vor fi scoase din socluri, pentru a se evita arderea filamentului lor prin aplicarea unei tensiuni mai mari ca cea de funcționare. La verificarea filamentului tuburilor electronice, vom determina mai întîi contactele (dintr-un catalog de tuburi) la care sînt conectate capetele filamentului. Tuburile cu tensiunea de încălzire 1,25 . . . 1,5 V se pot verifica numai cu o baterie de 1,5 V, iar tuburile cu tensiunea de filament peste 4 V, cu o baterie de 4,5 V.

Continuitatea filamentului este indicată de aprinderea becului, iar întreruperea lui face ca becul să rămînă stins. Pentru verificarea izolației între diferiți electrozi ai tubului electronic prindem o clemă pe un contact, iar cu cealaltă atingem pe rînd restul contactelor corespunzînd celorlalți electrozi. În acest mod putem verifica eventualele scurtcircuite între diferiți electrozi. În cazul cînd tubul are priză mediană la filament sau contacte auxiliare, vom ține seama de aceasta.

De reținut că verificarea continuității circuitelor se poate face cu acest dispozitiv numai în cazul unor rezistențe mici ale acestor circuite.

Verificarea transformatoarelor se face unind capetele dispozitivului cu capetele bobinajului de verificat. Luminozitatea beculețului indică rezistența bobinajului. Conectăm unul din capetele dispozitivului la unul din capetele bobinajului, iar cu celălalt capăt atingem conexiunile celorlalte bobinaje ale transformatorului (fig. 235).

Iluminarea puternică sau slabă a becului indică fie continuitatea bobinajului, în primul caz, fie un scurtcircuit între bobinaje, în cazul al doilea. Lipsa de luminozitate a becului indică, în primul caz, întreruperea bobinajului verificat, iar în al doilea, lipsa scurtcircuitului între bobinaje.

Desigur, dispozitivul ne asigură numai verificarea circuitelor cu o rezistență sub 30Ω.

Verificarea diodelor redresoare și a elementelor redresoare. Dacă valoarea curentului de lucru a acestor elemente este egală sau mai mare decît curentul becului indicator, atunci ele pot fi verificate cu ajutorul dispozitivului. În cazul diodelor sau ele-

mentelor redresoare becul se va aprinde numai cînd ele sînt montate într-un sens (fig. 236-*a*) şi nu se va aprinde cînd sînt montate în celălalt sens (fig. 236-*b*).

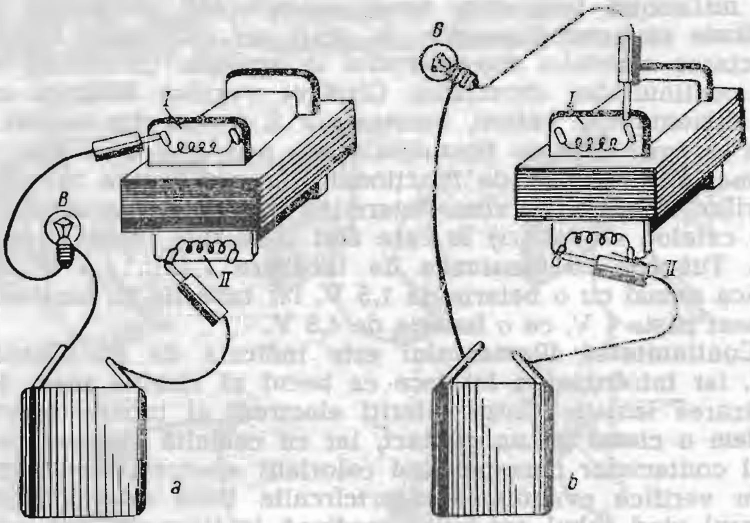


FIG. 235

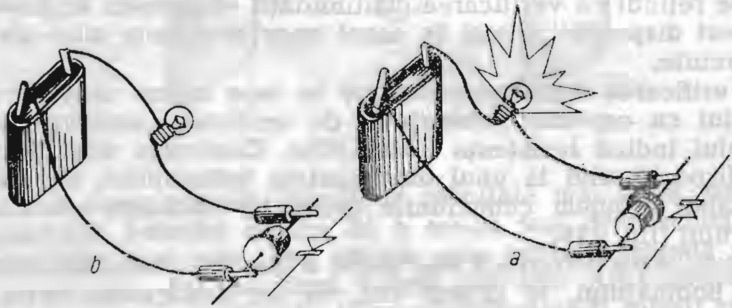


FIG. 236

Dacă becul se aprinde în ambele sensuri de montaj, aceasta indică o defecţiune, adică în diodă sau în elementul redresor este un scurtcircuit.

Un alt dispozitiv de control este compus dintr-o baterie şi o pereche de căşti telefonice (fig. 237). Rezistenţa acestora la curent continuu este de 2 000 . . . 4 000 Ω. Datorită acestei rezis-

tențe curentul în circuitul verificat va avea valori în jurul a 1 mA, iar numărul pieselor care pot fi verificate crește considerabil. Afară de aceasta, sensibilitatea căștilor la semnale este cu mult

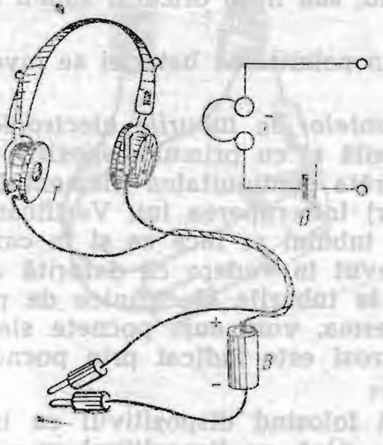


FIG. 237

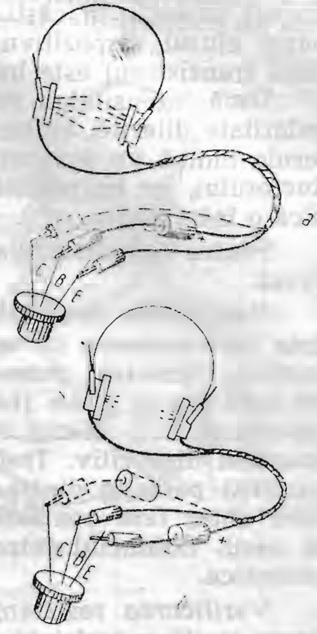


FIG. 238

mai mare decît la observarea vizuală a luminozității becului, ceea ce mărește posibilitatea folosirii dispozitivului pentru verificarea diodelor, tranzistoarelor, continuitatea filamentelor și a contactelor între electrozi la tuburile electronice, a validității rezistențelor, condensatoarelor, bobinelor, transformatoarelor etc. (fig. 238).

Verificarea diodelor și a tranzistoarelor. Diodele se verifică prin conectarea lor între capetele dispozitivului, în ambele sensuri. In cazul sensului corespunzînd conductibilității diodei se va auzi un pocnet puternic în căști, iar în celălalt sens unul mult mai slab, aproape imperceptibil. Acesta este cazul diodelor bune. Dacă pocnetul este puternic în ambele sensuri, dioda este scurtcircuitată, iar dacă este foarte slab în ambele sensuri, dioda este întreruptă — în ambele cazuri fiind defectă. În acest mod pot fi verificate toate diodele, indiferent de tipul lor.

La *verificarea tranzistoarelor tip pnp* conectăm la început minusul dispozitivului cu contactul bazei tranzistorului. Plusul dispozitivului îl conectăm pe rînd la contactul colectorului și apoi al emitorului (fig. 230-*a*). Cînd tranzistorul este bun, vom auzi un pocnet puternic în căști. Apoi conectăm la contactul de ieșire al bazei plusul dispozitivului și repetăm verificarea. În acest caz, dacă tranzistorul este bun, pocnetul din căști va fi foarte slab.

Dacă intensitatea sunetului este egală în ambele sensuri, la polaritate diferită, atunci tranzistorul nu este bun. Un pocnet puternic indică un scurtcircuit, respectiv o străpungere a semiconductorului, iar un pocnet foarte slab, sau lipsa oricărui sunet, indică o întrerupere.

Pentru *tranzistoarele de tip npn* polaritatea bateriei se inversează.

Verificarea continuității filamentelor la tuburile electronice. Este asemănătoare cu metoda folosită și cu primul dispozitiv de control. Pocnetele puternice vor arăta continuitatea filamentului, iar cele foarte slabe (sau lipsa lor) întreruperea lui. Verificarea izolației dintre diferiți electrozi ai tubului se face ca și în cazul primului dispozitiv. Trebuie însă avut în vedere că datorită capacității parazite dintre electrozi, la tuburile electronice de putere, chiar fără contacte între acestea, vom auzi pocnete slabe în căști. Contactul între doi electrozi este indicat prin pocnete puternice.

Verificarea rezistențelor. Dacă folosind dispozitivul cu bec putem verifica rezistențe cu valoare mică, cu dispozitivul cu căști aceasta se realizează mai greu. În schimb rezistențele cu valori mari pot fi verificate mai precis. Limita superioară a măsurării va fi de aproximativ 10 kΩ. Avînd cîteva rezistențe etalon, vom putea verifica valoarea unor rezistențe necunoscute, comparînd intensitatea pocnetului în căști la conectarea rezistenței etalon și a celei necunoscute (fig. 239). La această verificare este necesar să mișcăm tot timpul borna dispozitivului pe capătul de ieșire al piesei verificate, ceea ce va produce un zgomot continuu și nu un simplu pocnet (ca la o simplă atingere). Montajul pentru verificarea rezistențelor și condensatoarelor este indicat în fig. 239.

Verificarea condensatoarelor. Condensatoarle cu capacitate între 100 . . . 1 000 pF se verifică greu, deoarece pocnetul în căști este foarte slab. La condensatoarele cu capacitatea peste 1 000 pF pocnetul se aude foarte clar. Mișcînd borna dispozitivului pe capătul de ieșire al condensatorului vom obține un zgomot continuu. Condensatoarele de mare capacitate (cîțiva μF) se încarcă de abia la al treilea, al patrulea contact consecutiv, iar pocnetele

în căşti slăbesc de la primul la al patrulea contact. La repetarea contactului s-ar putea să nu se mai audă în căşti nici un fel de pocnet. Verificînd în acest fel, este necesar ca în prealabil sau în timpul verificării să se descarce condensatorul, pentru a nu se obţine rezultate eronate. Condensatoarele electrolitice de mare

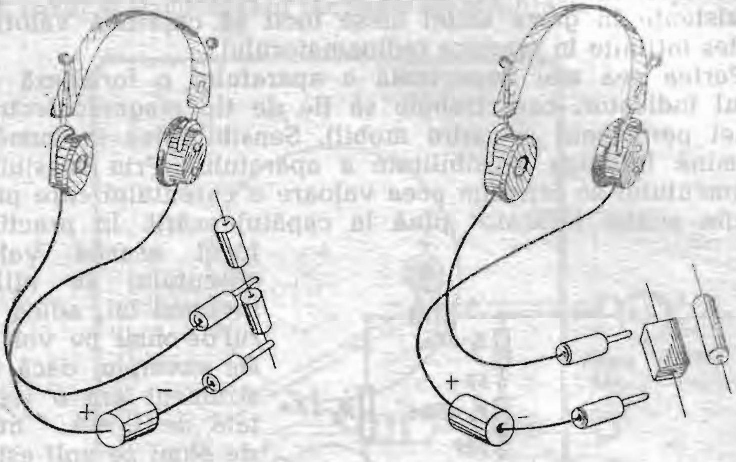


FIG. 239

capacitate (50 μF) se vor încărca mult mai greu şi necesită un număr mare de contacte consecutive, şi în acest caz pocnetele se vor auzi în căşti la fiecare contact. În cazul în care la contacte consecutive pocnetele rămîn puternice şi egale în intensitate, condensatorul este străpuns, prezentînd un scurtcircuit. La verificarea condensatoarelor electrolitice cu tensiunea de lucru mică este obligatorie conectarea lor corectă (polaritatea lor corespunzînd cu polaritatea circuitului). Acest lucru nu mai este necesar în cazul condensatoarelor cu tensiune de lucru mare (peste 150 V).

Verificarea bobinelor de şoc şi a bobinajelor la transformatoare se face la fel ca şi verificarea rezistenţelor, ţinînd seama însă de sensibilitatea deosebită a căştilor, care pot produce pocnete slabe şi numai datorită capacităţii dintre bobinaje sau a inducţiei dintre circuite. Continuitatea bobinelor sau a bobinajelor va fi indicată prin pocnete puternice, în cazul celor cu inductanţă mică, şi de tărie normală, în cazul celor cu inductanţa mare.

Întreruperea bobinelor sau a bobinajelor se constată prin lipsa pocnetelor.

Voltmetru-ohmmetru simplu

Cu ajutorul acestui aparat se pot măsura tensiuni continue și rezistențe în game astfel alese încît să cuprindă valorile cel mai des întîlnite în practica radioamatorului.

Partea cea mai importantă a aparatului o formează instrumentul indicator, care trebuie să fie de tip magnetoelectric (cu magnet permanent și cadru mobil). Sensibilitatea instrumentului determină întreaga sensibilitate a aparatului. Prin sensibilitatea instrumentului se înțelege acea valoare a curentului care produce deviația acului indicator pînă la capătul scării. În practică, în locul acestei valori a curentului se utilizează inversul lui, adică numărul de ohmi pe volt (Ω/V). De exemplu, dacă un instrument are o sensibilitate de 1 mA, numărul de ohmi pe volt este:

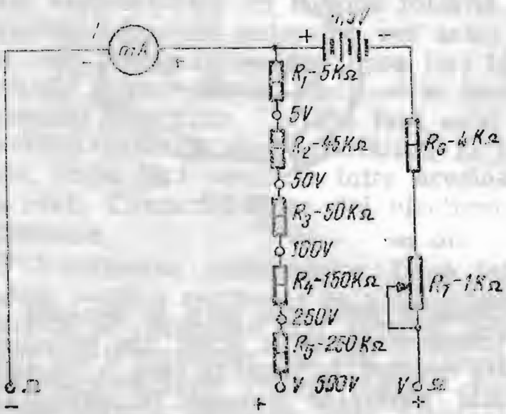


FIG. 240

$$\frac{1}{1 \cdot 10^{-3}} = 1\ 000\ \Omega/V.$$

Pentru măsurările ce se execută în circuite electronice sînt corespunzătoare acele aparate de măsurat care au cel puțin 1 000 Ω/V.

În fig. 240 este prezentată schema unui aparat realizat cu un instrument avînd sensibilitatea de 1mA, respectiv 1 000 Ω/V. Aparatul are 5 game de măsurare a tensiunilor 5, 50, 100, 250 și 500 V și o scară pentru rezistențe de 10 . . . 50 kΩ.

Valorile rezistențelor $R_1 \ldots R_5$ se pot deduce înmulțind numărul de ohmi pe volt (Ω/V) cu tensiunea maximă a gamei de măsurare. Astfel, pentru scara de 5 V este necesară rezistența $R_1 = 1\ 000 \times 5 = 5\ 000\ \Omega$.

Pentru gama de 50 V, rezistența adițională are valoarea $1\ 000 \times 50 = 50\ 000\ \Omega$. Deci $R_2 = 50\ 000 - 5\ 000 = 45\ 000\ \Omega$.

În acest mod se pot calcula rezistențele adiționale și pentru instrumente de alte sensibilități.

Pentru măsurarea rezistențelor se determină mărimea curentului ce străbate rezistența necunoscută la aplicarea unei tensiuni constante de 4,5 V, furnizată de o baterie de lanternă. Rezistențele R_6 și R_7 servesc la limitarea curentului prin instrument, în cazul scurtcircuitării bornelor de măsurare.

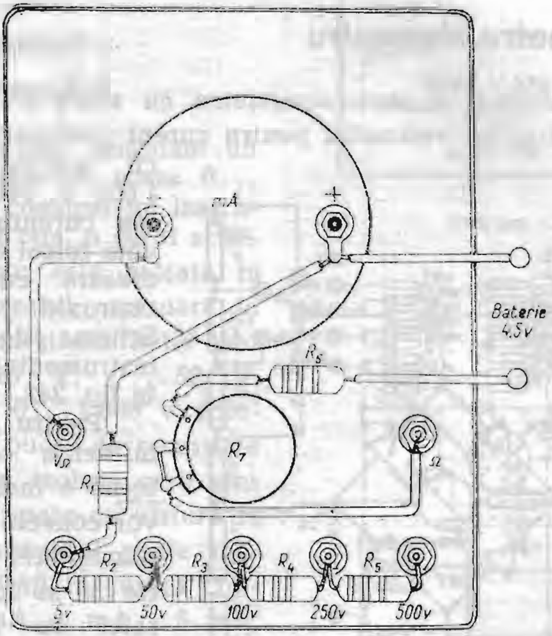


FIG. 241

Dispunerea elementelor la realizarea practică se poate urmări în fig. 241.

Toate rezistențele folosite trebuie să aibă o putere de disipație de cel puțin 1 W, pentru a se evita încălzirea lor.

Dacă instrumentul are scara corect etalonată și rezistențele $R_1 \ldots R_5$ au o precizie bună, nu este necesară etalonarea scărilor de tensiune. Dacă nu se cunosc cu precizie valorile rezistențelor, se face o etalonare a lor, începînd de la gama de tensiune cea mai mică. Pentru aceasta, se compară indicațiile instrumentului cu indicațiile unui voltmetru corect etalonat. După verificarea și eventual ajustarea primei game se trece la gama următoare etc.

Etalonarea scării de rezistențe se face prin citirea indicațiilor instrumentului la măsurarea diferitelor valori precise de rezistențe. Înainte de începerea etalonării se verifică dacă tensiunea bateriei este într-adevăr de 4,5 V și, cu ajutorul rezistenței reglabile R_7, se aduce acul la capătul cursei sale — bornele de măsurare fiind puse în scurtcircuit.

Voltmetru-ohmmetru

Întrebuințînd un miliampermetru cu scara 0...1 mA vom putea construi un voltmetru pentru curent continuu și alternativ, cu scările de la 5 la 1 000 V. Pentru măsurarea curentului alternativ vom folosi o punte de redresare cu 4 celule cu cuproxid sau seleniu. Schema de principiu a instrumentului este dată în fig. 242.

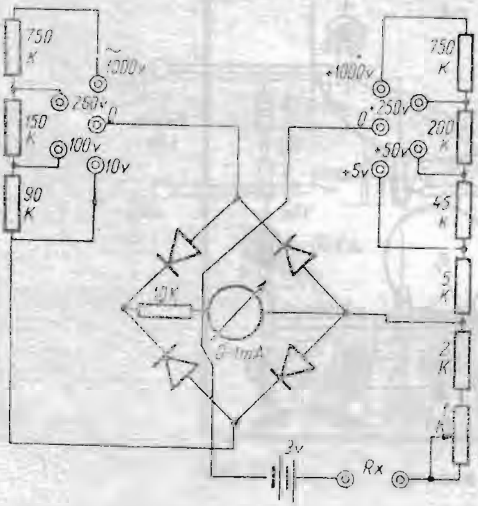


FIG. 242

Pentru a compensa influența rezistenței interne a instrumentului se vor conecta rezistențe suplimentare, cu valori între 50 și 250 kΩ, în paralel cu rezistența de 5 kΩ și, respectiv, aceea de 10 kΩ, astfel încît indicațiile pentru 5 V și 10 V curent continuu să corespundă exact pe scala instrumentului. După acest reglaj, celelalte rezistențe vor avea exact valorile indicate. Montajul practic se face într-o cutie de material plastic sau de lemn, pe panoul frontal plasîndu-se miliampermetrul și bornele corespunzînd diferitelor scări (fig. 243).

Pentru a folosi instrumentul și ca ohmmetru, vom prevedea o rezistență fixă de 2 kΩ și un reostat de 1 kΩ, iar bateria va

avea 3 V. Prin reglarea reostatului de 1 kΩ, bornele *Rx* fiind scurtcircuitate, vom obţine indicaţia maximă a instrumentului. După aceea putem determina valoarea diferitelor rezistenţe necunoscute, conectîndu-le în punctele *Rx*.

Volt-ohmmetru foarte sensibil

În cazul cînd posedăm un microampermetru cu scara 0...0,15 mA vom construi un instrument mult mai bun, a cărui schemă de principiu este arătată în fig. 244. Aparatul măsoară în curent continuu şi alternativ tensiunile 0...10 V, 0...50 V, 0...200 V, şi 0...1 000 V, folosind însă alte bucşe de racordare a cordoanelor izolate care sînt prevăzute la capete cu vîrfuri de contact. Instrumentul poate măsura şi intensităţi în curent continuu: 0,2 mA, 1 mA, 5 mA, 20 mA, 100 mA şi 500 mA.

Pentru măsurarea rezistenţelor vom folosi o baterie de 4,5 V, un reostat pentru ajustarea poziţiei 0Ω şi diferite rezistenţe cu valori cunoscute, cu ajutorul cărora putem măsura comparativ rezistenţe cu valori necunoscute.

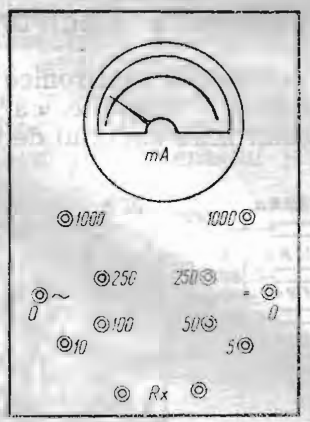


FIG. 243

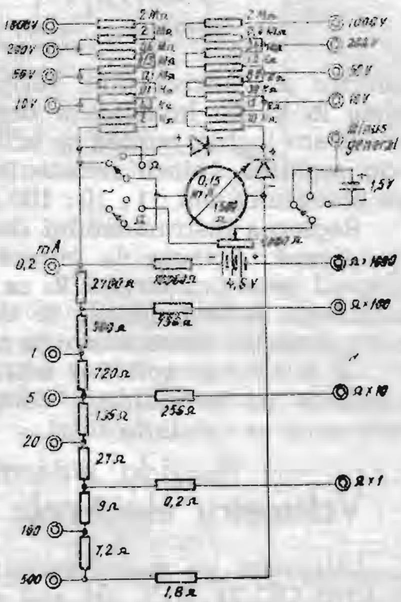


FIG. 244

Pentru trecerea de pe poziţia de curent continuu pe alternativ sau pe ohmmetru, vom folosi un comutator cu 3 poziţii×3 contacte.

Voltmetru electronic cu un tranzistor

Voltmetrele electronice au o sensibilitate mult mai mare decît voltmetrele obişnuite, ca urmare a folosirii unui amplificator intercalat între circuitul de măsurat şi instrument.

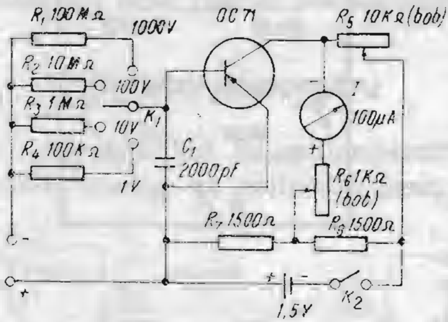


FIG. 245

Voltmetrul electronic prezentat în continuare (fig. 245) utilizează un amplificator de curent cu un tranzistor OC 71, EFT 351 sau П 13. Amplificarea de curent fiind 10, sensibilitatea creşte tot de atîtea ori. În cazul utilizării unui instrument de 100 μA, sensibilitatea voltmetruluui va fi de 10 μA, adică 100 000 ohmi/V.

Aparatul cuprinde o punte ale cărei braţe sînt constituite de rezistenţa internă emitor-colector a tranzistorului, rezistenţa R_5 şi cele două rezistenţe egale R_6 şi R_7. În absenţa semnalului de intrare şi cu circuitul de intrare închis, puntea se echilibrează (instrumentul indică zero) prin reglarea valorii rezistenţei R_5 Scările de tensiune continuă ale aparatului sînt : 1 ; 10 ; 100 şi 1 000 V.

Reglarea instrumentului decurge în modul următor : se scurtcircuitează bornele de intrare şi se alimentează aparatul. Cu ajutorul potenţiometrului R_5 se aduce acul instrumentului la zero. Rezistenţa R_6 se reglează la valoarea sa minimă şi se ajustează cu precizie aducerea acului la zero.

La intrare se aplică o tensiune etalon de 10 V şi se reglează rezistenţa R_6 la indicaţia corectă a instrumentului. Se verifică etalonarea pe celelalte scări.

Voltmetru electronic cu două tranzistoare

Utilizează un miliampermetru de 1 mA şi două tranzistoare de tipul OC 71, EFT 351 sau echivalente, montate ca amplificatoare cu cuplaj direct.

Rezistenţa de intrare a voltmetrului este de ordinul 100 000 Ω/V. Una din particularităţile montajului (fig. 246) este aceea că permite determinarea valorii rezistenţelor plasate în serie în circuitul bazei.

Pentru a afla valoarea directă în ohmi este suficient să multiplicăm cu 100 000 indicațiile instrumentului. Instrumentul are 6 scări de măsură: 1; 3; 6; 10; 20 și 100 V. Se pot adăuga și alte scări de măsură, prin adăugarea unor rezistențe adecvate.

Etalonarea se face în felul următor: scurtcircuităm intrarea și reglăm potențiometrul P_1 aducînd acul instrumentului la zero.

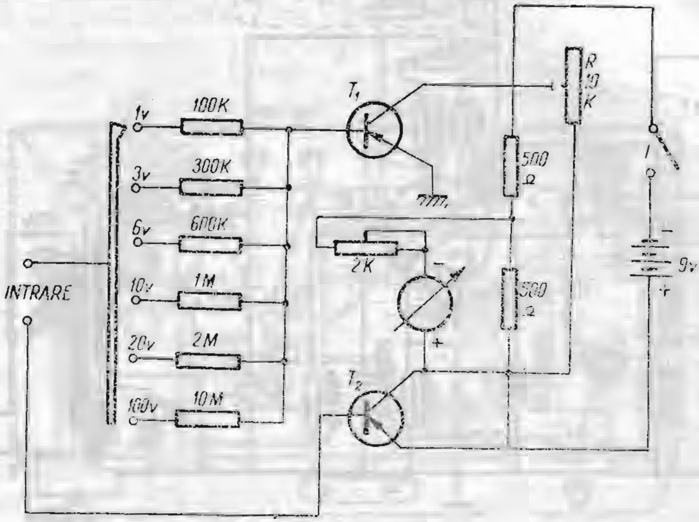


FIG. 246

Acționăm apoi asupra potențiometrului P_2 și căutăm să obținem pe cadranul instrumentului deviația ce corespunde tensiunii etalon aplicată la intrare. Etalonarea făcută pentru scara de 1 V este valabilă pentru toate scările de măsură ale instrumentului.

Transformarea unui voltmetru obișnuit în voltmetru electronic

Pentru transformarea unui voltmetru obișnuit cu rezistență internă mică într-un voltmetru electronic cu rezistență internă de ordinul megaohmilor se folosește un adaptor echipat cu un tub electronic dublă triodă de tip ECC 82 (fig. 247). Aparatul este prevăzut cu trei scări: 0...4 V; 0...40 V și 0...400 V și permite măsurarea tensiunilor alternative de audio și radiofrecvență pînă la 10 MHz.

Fiecare din cele două triode este montată ca amplificator de tensiune. Cînd la intrare nu este aplicată nici o tensiune, în circuitele anodice ale triodelor circulă curenţi — determinaţi de caracteristicile tubului şi de valorile pieselor din montaj — acestea determinînd şi tensiunile pe cei doi anozi. Un potenţiometru

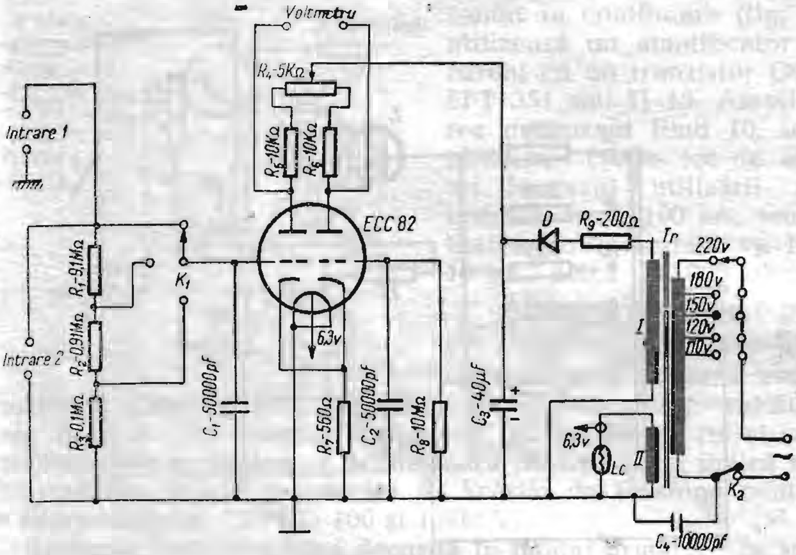


FIG. 247

bobinat R_4, de 5 kΩ, legat în serie cu rezistenţele anodice, permite egalizarea tensiunilor anodice.

Dacă pe grila uneia din triode se aplică o tensiune pozitivă, curentul său anodic se măreşte şi, ca urmare, creşte şi căderea de tensiune pe rezistenţa R_5. Aceasta face ca tensiunea de pe anodul primei triode să fie mai mică decît tensiunea de pe anodul celei de-a doua triode, iar diferenţa dintre cele două tensiuni anodice va fi indicată de instrument (un voltmetru obişnuit cu scara 0—10 V sau 0—100 V, după caz).

În circuitul grilei de comandă a triodei pe care se aplică tensiunea de măsurat este conectat comutatorul K_1, ale cărui poziţii corespund celor trei scări de măsură ale aparatului.

Folosind un comutator cu mai multe poziţii şi schimbînd corespunzător valorile rezistenţelor se pot obţine mai multe scări de măsurare. De exemplu, pentru a obţine o scară de 0—10 V, trebuie ca $R_1 = 4$ MΩ, iar $R_2 + R_3 \approx 6$ MΩ.

Se va ţine seama ca tensiunea efectivă ce se aplică pe grilă să nu depăşească 4 V, deoarece, pentru valori ale tensiunii mai mari decît aceasta, variaţia curentului anodic nu mai este proporţională cu tensiunea aplicată pe grilă.

Pentru a măsura tensiunea direct pe contactele tuburilor

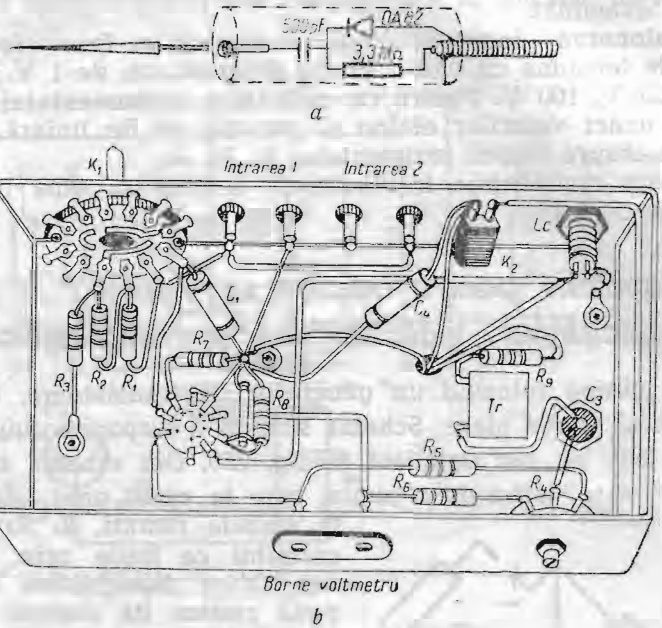


FIG. 248

oscilatoare sau ale tranzistoarelor, în serie cu conductorul de contact se va conecta o rezistenţă de 1 MΩ.

La măsurarea curentului de radiofrecvenţă, între aparat şi conductorul de contact se branşează circuitul a cărui schemă este prezentată în fig. 248-*a*.

Transformatorul de alimentare Tr se realizează pe un miez cu secţiunea 4 cm². Înfăşurările sale au următoarele date constructive :

Tabelul 25

Înfăşurarea	Diametrul conductorului CuEm mm	Numărul de spire
Primar	0,20	2 530
Secundar I	0,15	1 500
Secundar II	0,5	86

Redresorul folosit este cu siliciu sau cu seleniu şi asigură o tensiune de 200 V şi un curent de 25 mA.

Schema de montaj a adaptorului este prezentată în fig. 248-*b*.

În cazul cînd se fac măsurări la frecvenţe audio sau radio, legătura între adaptor şi grupul de măsurare se face printr-un cablu coaxial. Cămaşa metalică a cablului se leagă la şasiul aparatului examinat.

Etalonarea instrumentului indicator se face folosindu-se surse de tensiune cu valori precis determinate, de 1 V, 2 V, 5 V, 10 V, 50 V, 100 V. Pentru ca indicaţiile instrumentului să corespundă exact valorilor etalon şi variaţia să fie liniară, se poate acţiona asupra valorii rezistenţelor R_1, R_2, R_3.

Toate rezistenţele întrebuinţate trebuie să aibă puterea de disipaţie de 1 W.

Dispozitiv pentru măsurarea valorii capacităţilor, inductanţelor şi rezistenţelor

Se obţine folosind un generator cu tranzistoare, o pereche de căşti şi cîteva piese. Schema sumară a dispozitivului este dată în fig. 249, iar cea detaliată în fig. 250. Din schema sumară rezultă că este vorba de o punte, care în cazul unor curenţi egali în ambele ramuri, R_1 R_2 şi R_3 R curentul ce trece prin căşti este nul. Orice dezechilibru între cele două ramuri dă naştere unui potenţial la bornele căştilor şi deci şi unui semnal sonor.

Conectînd în una din ramurile punţii rezistente, condensatoare sau inductanţe etalon, iar în cealaltă ramură piesele necunoscute, putem determina cu precizie valorile acestora.

Funcţiile pieselor din dispozitiv sînt următoarele: rezistenţele R_1R_3 determină punctul de lucru al tranzistorului din generatorul de audiofrecvenţă. Condensatorul C_1 împreună cu bobinajul primar al transformatorului Tr formează un circuit oscilant acordat pe o frecvenţă cuprinsă între 1 ... 2 kHz Această

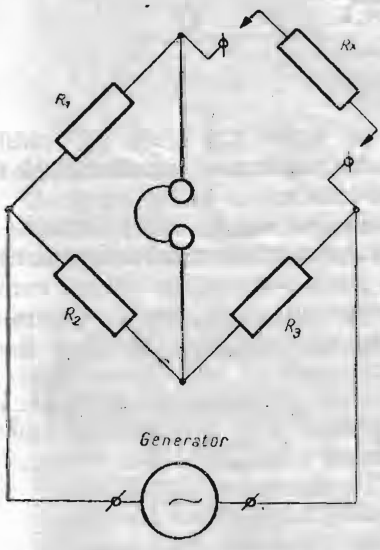


FIG. 249

frecvenţă a fost aleasă pentru a obţine o sensibilitate maximă a dispozitivului.

Semnalele generatorului de audiofrecvenţă se transmit prin bobinajul II al transformatorului la puntea de măsură. Această punte constă din rezistenţa variabilă R_6, o serie de rezistenţe etalon R_3, R_4 şi R_5 (pentru măsurarea rezistenţelor în limitele de la 10 Ω

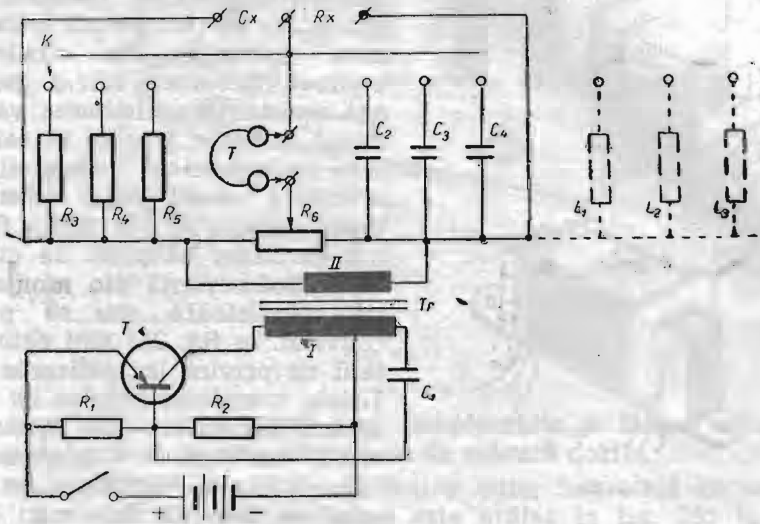


FIG. 250

la 10 MΩ), din condensatoarele etalon C_2, C_3 şi C_4 (pentru măsurarea condensatoarelor în limitele de la aproximativ 10 pF la 10 μF) şi din inductanţele etalon L_1, L_2 şi L_3 (pentru măsurarea inductanţelor în limitele de la 10 μH la 10 H).

Deoarece condensatoarele şi bobinele posedă nu numai capacitate şi inductanţă, dar şi parametri parazitari sub formă de rezistenţe complimentare cu caracter ohmic, determinarea valorii lor cu suficientă precizie se face destul de greu. În acest caz nu totdeauna se poate obţine un „zero" clar în căşti prin reglajul lui R_6, iar momentul măsurării se determină după modificarea bruscă a tonului generatorului dat de căşti.

În cea de a doua ramură se aşează rezistenţele, condensatoarele şi inductanţele necunoscute. Cea de a treia şi a patra ramură a punţii o formează rezistenţa R_6. Întregul dispozitiv se alimen-

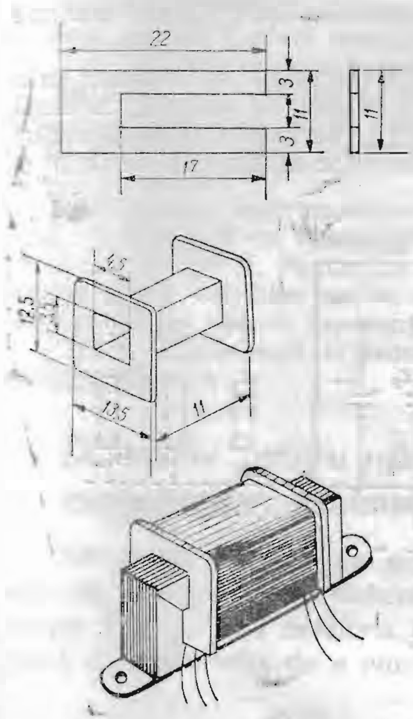


FIG. 251

tează de la o baterie obişnuită de 3 ... 4,5 V.

Rezistenţele R_1, R_2, R_3, R_4 şi R_5 vor fi rezistenţe de precizie, de 1 W. Drept rezistenţă variabilă R_6 folosim un potenţiometru de 1—5 kΩ. Calităţile de bază ce se cer acestor rezistenţe sînt: un contact bun şi rezistenţă la uzură. Nu se recomandă folosirea unei rezistenţe din conductor bobinat, deoarece într-o asemenea rezistenţă schimbarea valorii nu se produce lent ci în salturi, ceea ce îngreuiază o determinare precisă a valorii piesei măsurate. Transformatorul Tr poate fi un transformator obişnuit de cuplaj în audiofrecvenţă din montajele cu tranzistoare sau se poate construi. În fig. 251 sînt date detalii cu privire la realizarea lui. Tolele transformatorului se realizează din tolele unui transformator vechi şi au o grosime de 0,2 ... 0,3 mm. Grosimea pachetului de tole va fi 5 mm. Pentru fixarea transformatorului de panoul dispozitivului se poate folosi o armătură specială din tablă de aluminiu subţire sau se poate prinde de dispozitiv cu nitrolac.

Bobinajele transformatorului se realizează din conductor CuEm ∅ 0,08 ... 0,1 mm şi au: bobinajul *I* 1 500 spire cu priză de bobinaj depinzînd de parametrii tranzistorului. La bobinare se vor scoate 4—5 prize de la sfertul pînă la jumătatea bobinajului, pentru ca apoi să alegem pe aceea care asigură cea mai bună funcţionare a dispozitivului.

Condesatoarele C_1, C_3, C_4 sînt de tip obişnuit, iar C_2 ceramic sau cu mică. Pentru măsurarea inductanţelor folosim bobinele etalon L_1, L_2 şi L_3. L_1 va fi similară cu o bobină obişnuită pentru undele medii, cu deosebirea că are un număr de spire cu 50% mai mare. Bobina L_2 va fi asemănătoare cu o bobină de unde lungi, avînd însă un număr de spire de cca 3 ori mai mare, iar bobina L_3 se realizează pe un miez de transformator de ieşire cu

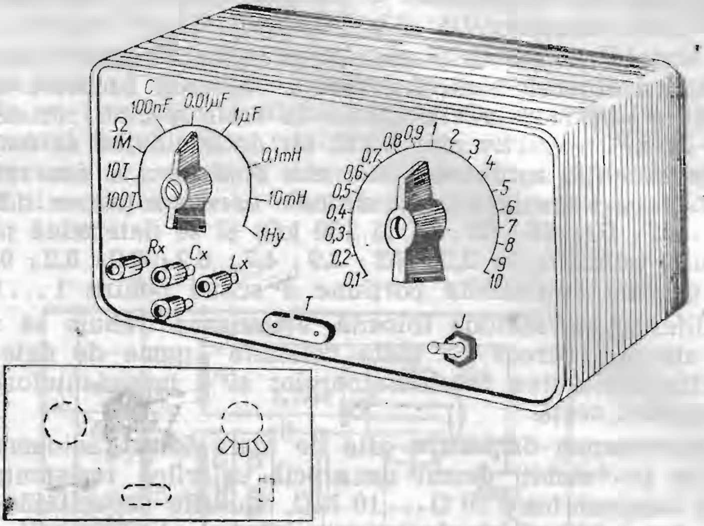


FIG. 252

secţiunea de aproximativ 1 cm². Inductanţele şi forma definitivă vor fi stabilite în funcţie de gamele de măsură dorite.

Dispozitivul se asamblează într-o cutie împreună cu bateria de alimentare. Aspectul exterior este arătat în fig. 252 în care este indicată şi schema amplasării pieselor pe panoul frontal.

După asamblarea montajului verificăm şi reglăm funcţionarea generatorului. Reglarea generatorului se face prin alegerea valorii condensatorului C_1 (cu care de fapt se determină frecvenţa de lucru a generatorului) şi a rezistenţelor R_1 şi R_2 (cu care determinăm stabilirea funcţionării generatorului şi lipsa distorsiunilor). După aceste reglaje putem trece la ansamblarea definitivă a aparatului în cutie.

În continuare urmează etalonarea aparatului, care se face pe gama de măsură de 10 kΩ. Pentru aceasta conectăm la bornele R_x o rezistenţă de 10 kΩ şi rotim potenţiometrul R_6, căutînd să obţinem dispariţia completă a sunetului în căşti. În dreptul punctului obţinut facem un semn şi cifra 1. Conectăm în continuare la R_x rezistenţe etalon de 20 ; 30 ; 40 ; 50 ; 60 ; 70 ; 80 ; 90 şi 100 kΩ, determinînd punctele de anulare a sunetului în căşti şi facem semnele respective, precum şi cifrele 2 ; 3 ; 4 ; 5 ; 6 ; 7 ; 8 ; 9 şi 10. În mod asemănător facem şi gradarea celeilalte jumă-

tăţi a scalei, punînd de data aceasta în dreptul semnelor cifrele 0,9 ; 0,8 ; 0,7 ; 0,6 ; 0,5 ; 0,4 ; 0,3 ; 0,2 ; 0,1.

În cazul în care dispunem de rezistenţe etalon vom folosi una din următoarele metode. Prima : valoarea necesară a rezistenţelor se obţine prin conectarea în serie a unor rezistenţe de cîte 10 kΩ şi respectiv cîte 1 kΩ, iar determinarea se face luînd cîte o rezistenţă, apoi două, trei etc. A doua : se iau rezistenţe de fabrică cu valori apropiate de cele necesare (de ex. : 10 ; 22 ; 33 ; 39 ; 47 ; 62 ; 68 ; 82 ; 91 şi 100 kΩ) şi se determină pe scala aparatului punctele 1 ; 2,2 ; 3,3 ; 3,9 ; 4,7 ; 6,2 ; 6,8 ; 8,2 ; 9,1 ; 10 ; la fel gradăm şi cealaltă porţiune a scalei pentru 1 . . . 9,1 kΩ.

Indiferent de metoda folosită, etalonarea trebuie să se facă foarte atent, deoarece pe toate celelalte game de determinări (şi pentru măsurarea condensatoarelor şi a inductanţelor) vom folosi aceeaşi scală.

Un asemenea dispozitiv este de mare folos radioamatorilor. Cu el se pot stabili destul de precis valorile rezistenţelor cu limitele cuprinse între 10 Ω . . . 10 MΩ, valorile capacităţilor de la 10 pF pînă la 10 μF şi ale inductanţelor de la 0,01 mH pînă la 10 H. Exactitatea determinărilor pentru valorile mai mici va fi mai redusă, din cauza capacităţilor şi inductanţelor parazite formate de conductoarele de legătură.

Iată acum un exemplu de determinare a valorii unei rezistenţe. Pentru a ajunge la punctul de „zero" al sunetului în căşti, presupunem că a fost nevoie să reglăm potenţiometrul R_6 la poziţia 6,8, iar comutatorul K pe 100 Ω. Rezistenţa în acest caz va fi egală cu 6,8 × 100 = 680 Ω. La fel vom măsura condensatoarele şi inductanţele. Condensatoarele electrolitice nu se pot însă măsura cu această punte simplă.

Capacimetru pentru condensatoare de valoare mică

Capacimetrul a cărui schemă este prezentată în fig. 253 poate măsura capacităţi cuprinse între 0 şi 2 000 pF.

El este constituit dintr-un oscilator funcţionînd cu tubul *TS 4* conectat ca triodă. Circuitul oscilant format din bobina L_2 şi condensatoarele C_5, C_6 este acordat pe frecvenţa de 3 MHz. Reacţia este inductivă şi se realizează prin bobina L_3. În timpul funcţionării oscilatorului, prin rezistenţa R_1 şi instrumentul indicator I trece un curent proporţional cu amplitudinea oscilaţiilor.

Capacitatea necunoscută C_x se conectează într-un al doilea circuit oscilant format din bobina L_1 și condensatoarele C_1, C_2, C_3. Acest circuit absoarbe energie de la oscilator. Energia absorbită este maximă atunci cînd frecvența de rezonanță a circuitului coincide cu frecvența oscilațiilor generate de tub. La egalitate, instrumentul indică curent minim.

Aducerea la rezonanță a circuitului pentru diferite valori ale capacității necunoscute se efectuează cu ajutorul condensatorului

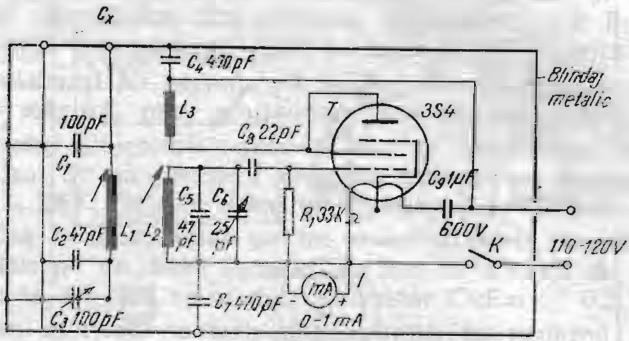


FIG. 253

variabil C_3, ceea ce permite gradarea scării lui direct în valori ale capacității.

Pentru simplitatea montajului, alimentarea se face direct de la rețeaua de curent alternativ. Evident, oscilatorul funcționează numai în semialternanțele pozitive, fapt care însă nu este supărător. Filamentul tubului este conectat la rețea prin condensatorul C_9, evitîndu-se astfel pierderea de putere pe o rezistență adițională.

Aparatul se montează într-o cutie metalică închisă, cu dimensiunile 140×100×80 mm, al cărei panou frontal este prezentat în fig. 254.

Grupul bobinelor L_1, L_2 și L_3 se realizează pe două carcase de polistiren cu diametrul de 14 mm și cu lungimea de 40 mm, prevăzute cu miez feromagnetic reglabil. Pe una din carcase se bobinează 35 spire alăturate, din conductor CuEm ∅ 0,3 mm, care constituie bobina L_1. Pe cealaltă carcasă se bobinează L_2, identică cu L_1, iar la distanță de 6 mm de marginea ei se bobinează L_3, avînd 12 spire din același conductor. Capetele înfășurării L_3 trebuie astfel legate încît oscilatorul să funcționeze, fapt indicat

de existența curenților de grilă. Cele două carcase se așază cu axele paralele pe o placă izolatoare, la distanța de 32 mm.

Condensatoarele variabile C_3 și C_6 au ca dielectric aerul. Condensatorul C_6 se montează cu axul izolat de cutia aparatului. Condensatorul C_9 de 1 μF trebuie să aibă izolație de bună calitate și o tensiune de lucru de cel puțin 600 V. Condensatoarele C_4 și C_7 trebuie să aibă, de asemenea, izolație bună.

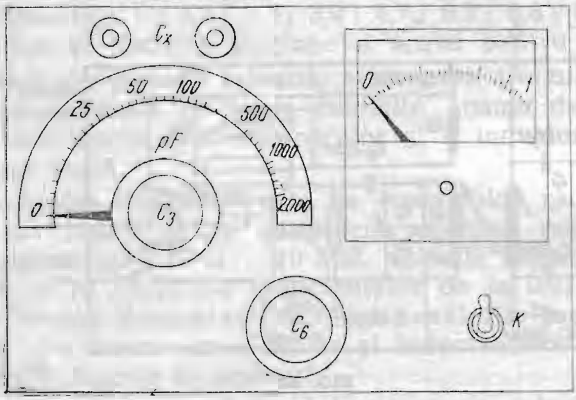


FIG. 254

După punerea în funcțiune a oscilatorului se efectuează reglarea circuitelor. Pentru aceasta, cu bornele C_x lăsate libere, se închide complet condensatorul C_3 (corespunzător capacității $x=0$), iar condensatorul de aducere la zero C_6 se reglează în poziția de mijloc. Miezul bobinei L_2 se reglează astfel încît să fie între L_2 și L_3, introdus pe trei sferturi în interiorul bobinei L_2.

Se reglează apoi miezul bobinei L_1 pînă la obținerea minimului pe cadranul instrumentului indicator. Miezurile se fixează în această poziție cu ceară și aparatul se încasetează complet.

Înaintea începerii operației de etalonare și, în general, înaintea fiecărei întrebuințări se efectuează aducerea la zero a capacimetrului, însă nu cu miezul bobinei L_1, ci rotind butonul condensatorului C_6.

Pentru etalonarea cadranului condensatorului C_3 se măsoară condensatoare avînd capacități precis cunoscute, determinînd de fiecare dată locul minimului de indicație a instrumentului.

Aparat pentru măsurarea inductanţelor şi a factorului de calitate

Aparatul descris în cele ce urmează poate fi folosit pentru măsurarea inductanţelor cu valori cuprinse între 10 μH şi 100 H, în şase game de măsură. Aparatul permite, de asemenea, să se determine factorul de calitate Q al bobinelor. Eroarea nu depăşeşte în nici un caz 2%.

Schema aparatului este prezentată în fig. 255 şi cuprinde o punte ale cărei braţe sînt formate din rezistenţele $R_1 \ldots R_4$; R_8, R_{10} şi bobina de măsurat, care se conectează la bornele 1 şi 2.

Comutatorul K_2 permite să se execute comutarea pe diferite game de măsură, prin schimbarea valorii rezistenţelor $R_1 \ldots R_4$.

Semnalul alternativ necesar pentru efectuarea măsurărilor este furnizat de un oscilator Colpitts, echipat cu un tranzistor de tip OC 71, EFT 351 sau orice alt tranzistor echivalent.

Bobina L se execută pe un miez obişnuit cu secţiunea de 1,5 cm² sau pe un miez toroidal şi are inductanţa de 190...200 mH; bobina are 700 spire din conductor CuEm ∅ 0,2 mm.

Pentru mărirea sensibilităţii punţii, în vederea măsurării inductanţelor de valoare mică, aparatul este prevăzut cu un amplificator, semnalul amplificat aplicîndu-se căştii (bornele 3, 4).

Rezistenţele R_5, R_6 şi R_7 împreună cu condensatoarele C_3, C_4 şi C_5 constituie un filtru în „dublu T" destinat suprimării armonicii a doua a oscilatorului, a cărei prezenţă ar produce dificultăţi la echilibrarea punţii.

Rezistenţele $R_1 \ldots R_7$ trebuie să aibă o toleranţă mai mică decît 1%, iar R_9, $R_{11} \ldots R_{14}$ o toleranţă sub 5%. Potenţiometrele R_8 şi R_{10} sînt bobinate; R_{10} trebuie să aibă o variaţie liniară.

Condensatoarele C_1 şi C_2 trebuie să aibă o toleranţă mai mică decît 5%.

Montajul practic se realizează pe un panou de aluminiu cu dimensiunile 25×19 cm, pe care se fixează comutatoarele, potenţiometrele, bornele de cască şi bornele pentru conectarea inductanţei de măsurat (fig. 256).

Pentru etalonarea potenţiometrelor R_8 şi R_{10} se utilizează schema din fig. 257.

La început se reglează rezistenţa etalon R_E la valoarea 100 Ω şi apoi cu ajutorul potenţiometrelor R_8 şi R_{10} se caută să se obţină indicaţia zero a instrumentului de 0...0,5 mA sau a voltmetrului electronic care reprezintă indicatorul de echilibru.

În dreptul acestui punct de echilibru, pe cadran, se marchează 100 Ω. Apoi se mărește din sută în sută de ohmi valoarea rezistenței etalon R_E, pînă la valoarea maximă a potențiometrelor (10 kΩ pentru R_{10} și 50 kΩ pentru R_8).

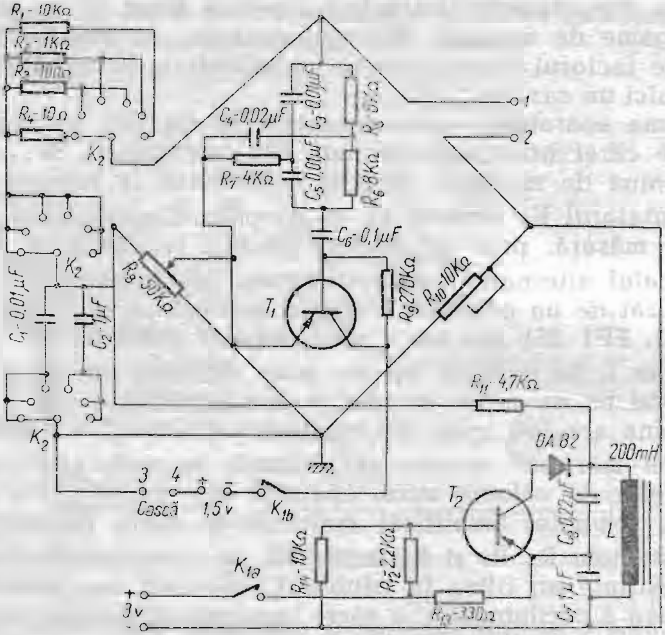


FIG. 255

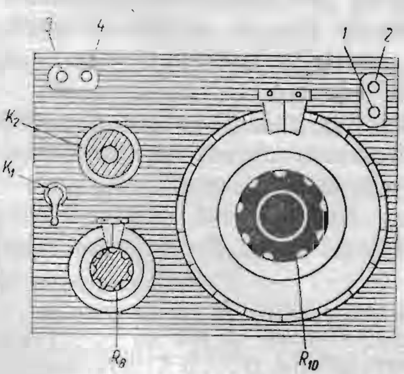


FIG. 256

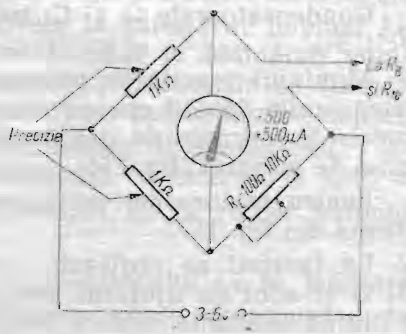


FIG. 257

Potențiometrul R_{10} trebuie prevăzut cu un cadran de diametru mare, cu gradații de la 0 la 100.

Etalonarea se mai poate face și cu ajutorul unor bobine, a căror inductanțe se cunosc cu precizie. Astfel, pentru gama 10 . . . 1 000 μH este suficient să dispunem de trei bobine de 10 μH, 300 μH și 800 μH pentru care, prin anularea semnalului din cască se notează valorile respective pe cadran. Celelalte gradații intermediare se determină ușor, deoarece gradațiile celor două potențiometre sînt liniare. În acest fel se procedează pentru fiecare din cele 4 game.

Măsurarea se face în felul următor : se închide întreruptorul K_1 și se conectează bobina de măsurat între bornele 1 și 2. Manevrînd comutatorul K_2 și potențiometrul R_{10} se determină gama în care se găsește inductanța, încercînd să se obțină anularea semnalului de audiofrecvență. În momentul realizării acestei condiții, se citește valoarea indicată pe cadranul potențiometrului R_{10} și se multiplică prin factorul comutatorului K_2. Valoarea rezistenței R a bobinei se citește direct pe cadranul potențiometrului

Factorul de calitate Q se determină cu relația

$$Q = \frac{\omega L}{R}$$

în care : $\omega = 2\pi f = 2\pi \cdot 1\,000 = 6\,280$.

Generatoare simple de audiofrecvență

Generatoarele de audiofrecvență se utilizează pentru determinarea parametrilor amplificatoarelor de audiofrecvență, filtrelor, difuzoarelor, microfoanelor etc. Pentru aceasta este necesar ca generatoarele să producă oscilații de frecvență și amplitudine reglabile după necesități.

Un număr limitat de încercări se pot efectua cu ajutorul unor generatoare, mai simple, care produc oscilații de frecvență fixă, nereglabilă.

În fig. 258 este prezentată schema de principiu a unui asemenea generator simplu, în care se folosește o pentodă de tip 6AK5 sau 6F31, ori alt tub similar.

Aparatul constă dintr-un tub amplificator, între grila și anodul căruia este conectat un circuit defazor, constituit din elemente RC. Valoarea elementelor ce compun acest circuit determină frecvența de lucru de aproximativ 300 Hz.

Dioda D serveşte la stabilizarea amplitudinii oscilaţiilor. Ea produce pe rezistenţa R_6 o tensiune negativă aproximativ egală

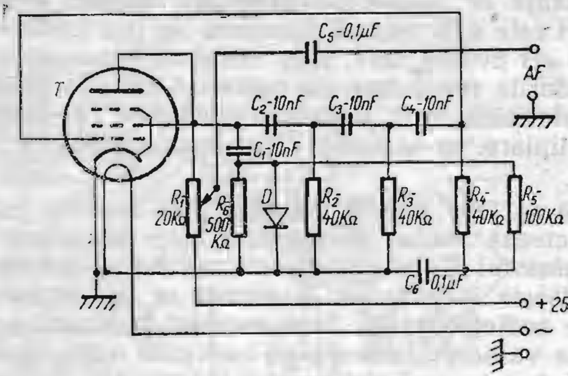


FIG. 258

cu amplitudinea oscilaţiilor. Această tensiune se aplică pe grila tubului T, prin rezistenţele R_5 şi R_4. Dacă amplitudinea oscilaţiilor creşte, se măreşte şi negativarea grilei de comandă şi scade panta tubului, tinzînd să anuleze creşterea amplitudinii.

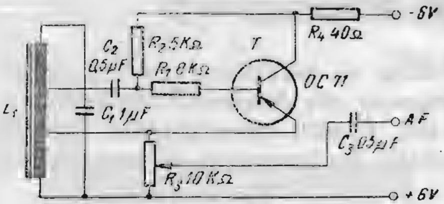


FIG. 259

Oscilaţiile ajung la bornele de ieşire AF prin potenţiometrul R_1 de 20 kΩ — care permite reglarea amplitudinii — şi prin condensatorul C_5.

Un alt generator simplu (fig. 259) este echipat cu un tranzistor de tip EFT 351, OC 71.

Acest oscilator funcţionează cu circuitul acordat format din bobina L_1 şi condensatorul C_1. Reacţia pozitivă necesară producerii oscilaţiilor este asigurată prin conectarea emitorului la o priză a bobinei. Baza tranzistorului este conectată la o altă priză a bobinei, pentru a micşora efectul de amortizare a circuitului oscilant de către rezistenţa mică de intrare a bazei. Rezistenţa R_4 din circuitul de colector produce o reacţie negativă, care îmbunătăţeşte forma oscilaţiilor.

Bobina L_1 trebuie să aibă o inductanţă totală de 310 mH, ceea ce se poate realiza bobinînd aproximativ 750 spire de conductor CuEm ∅ 0,2 mm pe o carcasă avînd un miez cilindric de ferită cu diametrul de 15 mm şi lungimea de 40 mm. Cele două prize împart numărul de spire în trei părţi egale.

Realizînd montajul cu valorile indicate, frecvenţa oscilaţiilor generate va fi de aproximativ 200 Hz.

Alimentarea generatorului se face de la 4 baterii de 1,5 V, curentul absorbit fiind de aproximativ 17 mA.

Generator de audiofrecvenţă cu două tranzistoare

Cu ajutorul generatorului descris mai jos se pot produce oscilaţii sinusoidale de audiofrecvenţă de 1 000 Hz. Aceste oscilaţii pot fi folosite pentru verificarea şi punerea la punct a amplificatoarelor. Schema de principiu a generatorului este dată

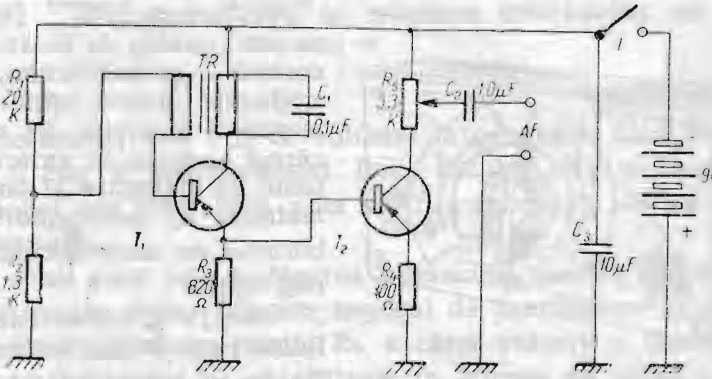


FIG. 260

în fig. 260. Pentru realizarea generatorului avem nevoie de următoarele piese : două tranzistoare de audiofrecvenţă de tip П 13 sau EFT 323 cu coeficientul de amplificare $\beta=20 \ldots 30$, un transformator de ieşire pentru difuzor de tipul celor folosite în radioreceptoarele portabile, mai multe rezistenţe şi condensatoare, un întreruptor şi o baterie de 9 V.

După asamblarea montajului (fig. 261) se face verificarea lui. Pentru verificare conectăm în locurile însemnate cu AF o pe-

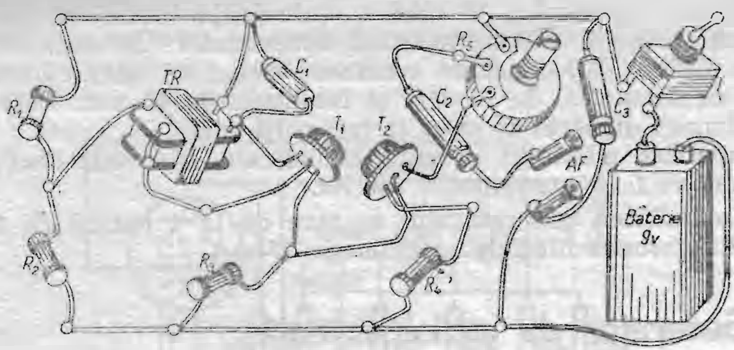


FIG. 261

reche de căşti. Reglăm potenţiometrul în poziţia maximă şi conectăm bateria de alimentare prin închiderea întreruptorului I. Dacă montajul a fost realizat corect, în cască vom auzi un ton melodios, uniform. Dacă nu auzim nimic, inversăm capetele de ieşire ale bobinajului secundar al transformatorului. După ce ne-am convins de funcţionarea corectă a generatorului, îl introducem într-o cutie de dimensiuni potrivite, pe capacul căreia scoatem în exterior butonul de acţionare al potenţiometrului R_5, întreruptorul I şi bornele de audiofrecvenţă AF (fig. 262).

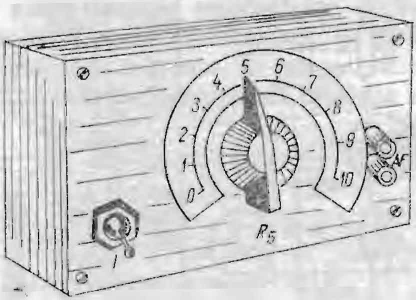


FIG. 262

Pentru a vedea cum vom folosi generatorul pentru verificarea şi punerea la punct a amplificatoarelor de audiofrecvenţă, să luăm schema de principiu a unui asemenea amplificator de la un radioreceptor, simplu, de buzunar (fig. 263).

La început verificăm difuzorul D. Dacă acesta are o rezistenţă internă mai mare de 15 Ω sau este vorba de o pereche de căşti telefonice, conectăm capetele de ieşire la bornele AF ale generatorului. Dacă vom auzi un semnal de 1 000 Hz nedistorsionat şi destul de puternic, difuzorul sau casca sînt bune. Dacă difuzorul are rezistenţa internă mică (2 . . . 6 Ω) îl vom conecta la bornele AF printr-un transformator de ieşire.

Verificarea în sine a amplificatorului se face în două etape. În prima conectăm bornele AF la intrarea tranzistorului T_2 cu potențiometrul de volum al generatorului la maxim. Alimentăm apoi amplificatorul. Dacă în difuzor vom auzi un sunet puternic

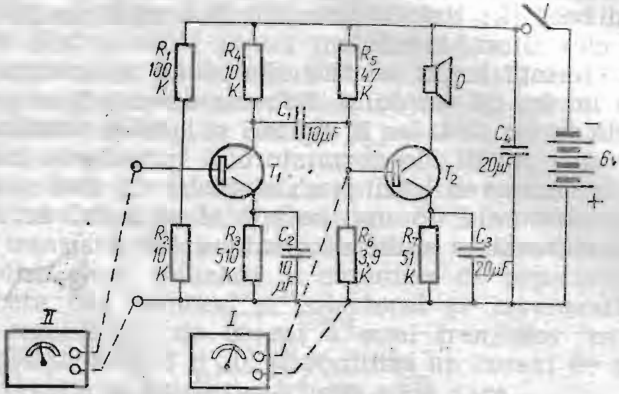


FIG. 263

dar distorsionat, vom reduce volumul la generator pînă ce sunetul va fi clar și nedistorsionat. Dacă sunetul este în continuare distorsionat sau prea slab, vom verifica montajul pentru a găsi defecțiunea.

În cazul cînd prin reducerea volumului sunetul devine clar și distorsiunile dispar, alegem regimul de funcționare al tranzistorului cu ajutorul rezistenței R_5, a cărei valoare o determinăm prin încercări, astfel ca să obținem în difuzor un sunet cît mai puternic, dar nedistorsionat. Dacă în timpul reglajelor obținem sunete prea puternice, mai reducem volumul la generator.

După aceea trecem pe bornele AF la intrarea amplificatorului și reglăm funcționarea etajului de intrare prin tatonarea valorii optime a rezistenței R_1.

Generatorul de audiofrecvență poate fi folosit și ca generator de ton pentru învățarea telegrafiei. În acest caz la bornele AF conectăm o pereche de căști telefonice, iar în locul întreruptorului I introducem un manipulator.

Aparat pentru verificarea tranzistoarelor şi a diodelor

Aparatul este portabil, are un volum redus şi este prevăzut cu instrument de măsură şi cu sursă proprie de alimentare. Cu ajutorul acestui aparat se pot determina: curentul de fugă dintre colector şi bază (I_{Co}) şi coeficientul de amplificare în curent (β), în montaj cu emitorul la masă.

De preferinţă scala instrumentului va fi gradată direct în valori ale lui I_{Co} şi ale lui β. Schema de principiu a aparatului este arătată în fig. 264, iar în fig 265 se găsesc schemele parţiale pentru diverse poziţii ale comutatorului în vederea măsurării lui I_{Co} şi β, în cazul verificării tranzistoarelor tip *pnp* şi a diodelor. Pentru tranzistoarele tip *npn* bateria şi aparatul de măsurat se inversează automat cu ajutorul comutatorului.

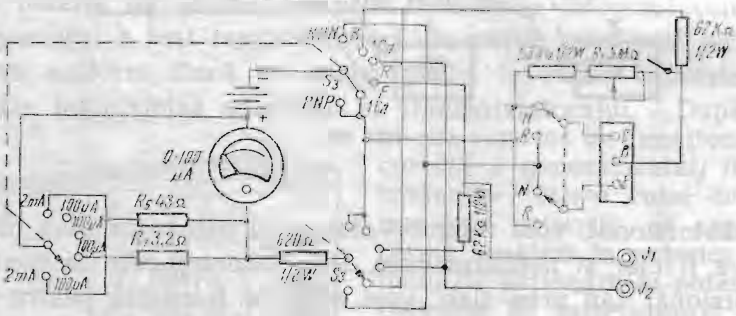


FIG. 264

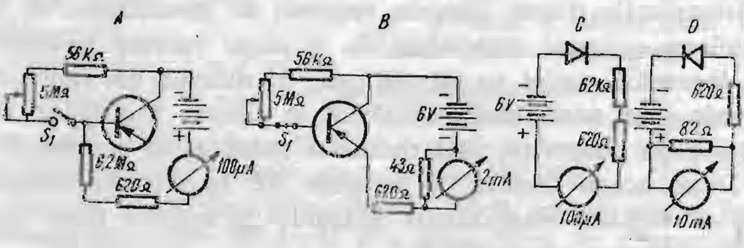


FIG. 265

În cazul unui tranzistor *pnp* cu I_{Co} = 8 μA, valoarea ce se obţine cu comutatorul S_1 deschis (fig. 265-A) va fi indicată de instrumentul de 100 μA (gradat de obicei cu 50 diviziuni) la

diviziunea a patra. Se închide comutatorul S_1 pentru polarizare și se reglează potențiometrul R_1 pentru a se obține un surplus de 2 μA, ceea ce va asigura un curent de 10 μA pe scala instrumentului.

Pentru măsurarea coeficientului de amplificare se acționează comutatorul S_3 (fig. 265-*B*). Joncțiunea bază-emitor fiind traversată continuu de un curent de 10 μA, acesta este amplificat de tranzistor, obținîndu-se indicația amplificării în circuitul de colector, unde instrumentul șuntat indică pînă la 2 mA, indicația maximă corespunzînd unui β de 200. La tranzistoarele cu $I_{Co} >$ 10 μA se reglează polarizarea pînă se obține un curent de 20 μA. În acest caz indicațiile date pentru β pe scala instrumentului se împart la doi.

Pot fi încercate tranzistoare de tip *npn* și *pnp* de mică putere, de radio și de audiofrecvență. Comutatorul S_2 permite inversarea legăturilor tranzistorului pentru măsurarea caracteristicilor sale inverse, pentru cazul utilizării în circuitele de comutare la nivel redus, în care caz emitorul și colectorul se inversează. Pentru măsurarea amplificării de curent a unui tranzistor inversat, ce poate fi cuprinsă între 2 și 20, vom utiliza un curent de polarizare de 100 μA, rezultatul citirii împărțindu-se la zece.

Cu acest aparat pot fi încercate și diodele, determinînd scurtcircuitele, întreruperile sau curenții de fugă mari. Bornele de racordare vor fi J_1 și J_2, aparatul fiind utilizat ca ohmmetru, cu posibilitatea inversării polarității.

Scara I_{Co} este utilizată pentru măsurarea curentului invers (fig. 265-*C*), iar o scară neetalonată de 10 mA este utilizată pentru măsurarea curentului direct (fig. 265-*D*).

Montajul practic al aparatului (fig. 266) se face pe un panou de aluminiu montat într-o cutie de lemn. Scala aparatului de măsură este gradată cu tuș în I_{Co} și μA. Pentru tranzistoare se prevăd trei borne C, B, E.

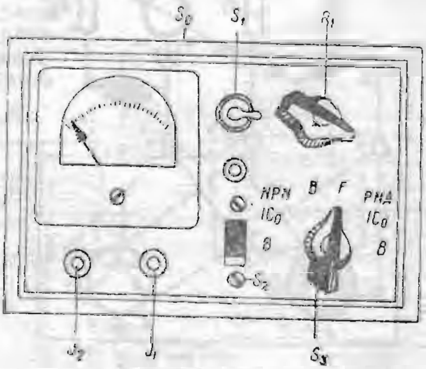


FIG. 266

Rezistențele utilizate nu vor avea o toleranță mai mare de 5%, iar șunturile se vor recalcula după instrumentul folosit și după rezistența sa internă.

Tranzistormetru simplu

Aparatul a cărui schemă de principiu este dată în fig. 267 se asamblează într-o cutie de lanternă. Interiorul unei astfel de cutii este adecvat realizării aparatului (fig. 268).

În locul oglinzii reflectorului montăm un miliampermetru de 0,15...0,2 mA. Întreruptorul de pe cutie se transformă uşor în comutator de măsurare (în schemă K). Schimbînd repede polii bateriei se pot verifica tranzistoare de orice tip; odată cu schimbarea polarităţii bateriei se comută şi bornele de ieşire ale instrumentului.

Pe faţa cutiei, mai jos de cadran, deasupra bateriei, se taie un orificiu care se acoperă cu o plăcuţă de textolit, pe care se

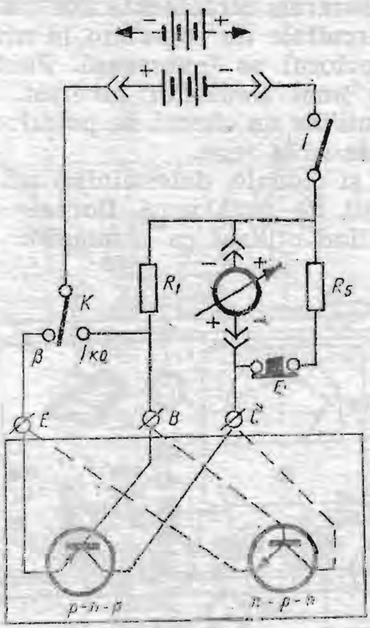


FIG. 267

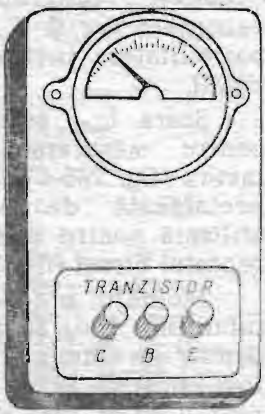


FIG. 268

fixează trei contacte pentru conectarea tranzistoarelor. Se mai foloseşte un întreruptor pentru alimentare, care se fixează pe partea stîngă sus. Se poate renunţa la întreruptor dacă se respectă cu stricteţe conectarea corectă a tranzistorului la contacte. Verificarea se începe totdeauna cu colectorul, apoi se conectează

baza și la sfîrșit emitorul. Valoarea rezistenței suplimentare R_1 se calculează după formula $R_1 = \frac{V \cdot \beta_{max}}{I}$, în care V = tensiunea de alimentare, β_{max} = coeficientul maxim de amplificare ce urmează a fi măsurat cu aparatul, iar I = valoarea curentului pentru devierea totală a indicatorului instrumentului.

În construcție se aleg de obicei valorile V = 4,5 V, β_{max} = = 150, I = 5 mA; atunci $R_1 = \frac{4,5 \times 150}{5} = 135\ \Omega$.

La măsurarea curentului I_{C0} rezistența R_2 se deconectează din butonul B, iar comutatorul *K* se pune în poziția I_{C0}. Emitorul tranzistorului se deconectează de la sursa de alimentare.

Undametru cu absorbție

Schema de principiu se găsește în fig. 269 care, după cum se vede, dispune de un circuit oscilant în care se conectează în serie un beculeț cu consum redus (2—3 V și 0,05—0,1 A).

Funcționarea este simplă. Apropiind bobina undametrului de bobina de ieșire a emițătorului și manevrînd butonul condensatorului variabil CV, astfel încît circuitul oscilant să intre în rezonanță cu frecvența oscilatorului, beculețul se va aprinde la

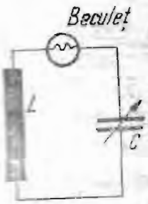


FIG. 269

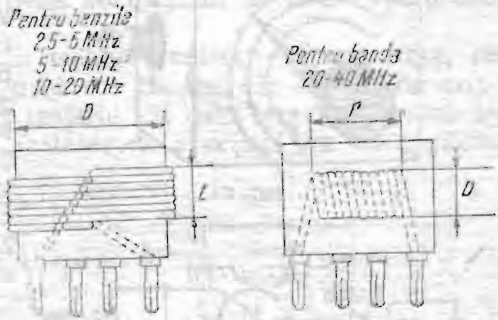


FIG. 270

maximum. Apropierea de bobina emițătorului se va face începînd de la distanțe mai mari, cam 20...30 cm, pînă ce beculețul se aprinde normal, pentru a se evita arderea lui.

Bobinele se realizează cu culoturi de tuburi electronice, ca în fig. 270, folosind datele tabelului 26.

Tabelul 26

Banda MHz	Număr de spire	Lungime bobinaj L mm	Diametru carcasă mm	Conductor Cu Em ∅ mm
2,5— 5	42	20	30	0,4—0,5
5—10	20	20	30	1
10—20	$8^1/_2$	12	30	1,5
20—40	12	20	10	1,5

Condensatorul variabil CV va avea dielectric aer şi capacitatea 250...300 pF. În lipsă se va folosi un condensator variabil de 500 pF legat în serie cu un condensator **fix** cu mică de 800 pF. Undametrul se etalonează după un emiţător bine etalonat.

Montajul practic este arătat în fig. 271.

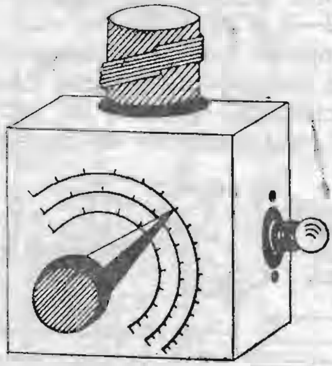


FIG. 271

Undametru cu un tranzistor

Acest aparat serveşte la determinarea frecvenţei de lucru a oscilatoarelor sau la evaluarea comparativă a cîmpului electromagnetic radiat de o antenă alimentată în gama de frecvenţe 2...150 MHz.

Oscilatorul a cărui frecvenţă se măsoară induce în circuitul acordat L_1, C_1 (fig. 272) o tensiune care este maximă la rezonanţa circuitului.

Tensiunea indusă în circuitul oscilant este aplicată detectorului realizat cu dioda D_1. Dacă detectorul ar fi cuplat direct cu circuitul de măsurare L_1, C_1, amortizarea prea mare dată de diodă ar micşora prea mult selectivitatea circuitului şi precizia determină-

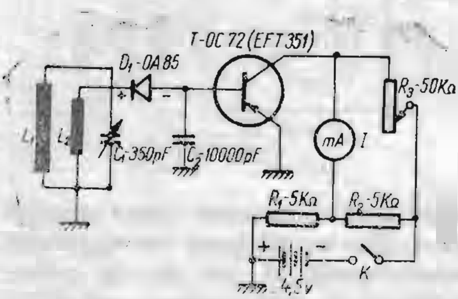


FIG. 272

rilor ar fi foarte scăzută. Adaptarea corectă este realizată prin intermediul bobinei L_2.

Pentru a mări sensibilitatea aparatului, între detector și instrumentul indicator s-a introdus un amplificator cu tranzistor. Tranzistorul T formează împreună cu rezistențele R_1, R_2 și R_3 o punte. Rezistența reglabilă permite aducerea instrumentului la zero, în lipsa semnalului.

Bobinele L_1 și L_2 se realizează pe carcase de trolit cu diametrul de 14 mm. Spirele se bobinează într-un singur strat, conform datelor din tabelul 27.

Tabelul 27

Datele constructive ale bobinelor L_1, L_2

Gama MHz	Diametrul conductorului CuEm mm	Numărul de spire		Observații
		L_1	L_2	
2 — 6,4	0,3	55	6	Distanța între L_1 și L_2 este 6 mm
5 — 16	0,3	30	4	
15 — 50	0,5	7	2	
45 — 150	0,8	1	1	

Perechile de bobine se montează pe culoturi octale (fig. 273).

Culoturile se introduc într-un soclu fixat pe cutia aparatului (fig. 274).

Circuitul acordat L_1, L_2, C_1 trebuie realizat cît mai rigid, cu legături foarte scurte. Condensatorul C_1 trebuie să fie de construcție robustă și să aibă o izolație cît mai bună. Aparatul se etalonează cu ajutorul unui oscilator de precizie sau cu ajutorul unui calibrator cu cuarț.



FIG. 273

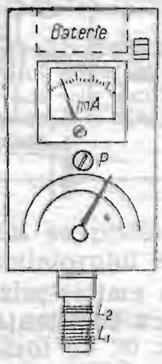


FIG. 274

În timpul măsurărilor, bobinele aparatului se cuplează cu circuitele oscilatorului. Cuplajul trebuie să fie cît mai slab, pentru a nu modifica frecvenţa de lucru a oscilatorului. De altfel dacă tensiunea indusă în circuitul de măsurare este mai mare decît 0,15 V, acul instrumentului depăşeşte marginea scării gradate. Această sensibilitate permite folosirea cu succes a aparatului pentru a determina frecvenţa oscilatoarelor chiar de putere foarte redusă şi pentru a măsura cîmpuri chiar la distanţe destul de mari de antena de emisie.

Undametru-heterodină

Aparatul permite determinarea frecvenţelor de lucru ale oscilatoarelor în gama 3 . . . 100 MHz, cu o eroare mai mică decît 0,1 . . . 0,2%. Funcţionarea lui se bazează pe principiul heterodinării.

Undametrul se compune dintr-un oscilator realizat cu tranzistorul T_1 (fig. 275), un circuit de amestec cu dioda D_1 şi un etaj amplificator de audiofrecvenţă cu tranzistorul T_2.

Oscilatorul funcţionează cu un tranzistor de radiofrecvenţă de tip П 403 sau 2 N 918 de fabricaţie românească, care oscilează bine şi la frecvenţe de 100 MHz. Frecvenţa oscilaţiilor este determinată de circuitul L_1, C_{10}, iar reacţia pozitivă apare prin

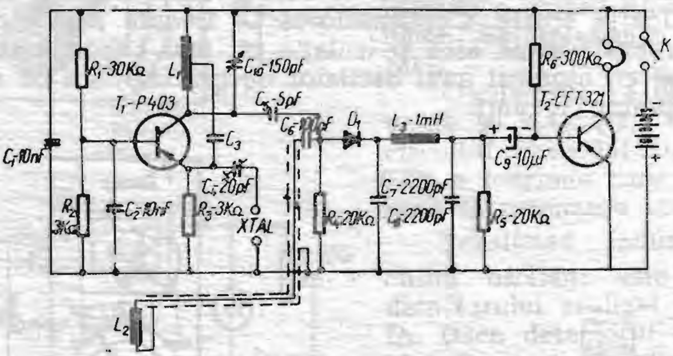


FIG. 275

conexiunea emitor-priza bobinei L_1. Pentru verificarea etalonării, în paralel cu rezistenţa de emitor R_3, se poate conecta un cristal de cuarţ.

Tensiunea produsă de oscilator ajunge, prin condensatorul de cuplaj C_6 de valoare mică, la circuitul de amestec. La acest circuit este adusă şi tensiunea oscilatorului a cărui frecvenţă se măsoară, captată cu ajutorul bobinei L_2. Prin amestecul semnalelor de analizat şi a tensiunii oscilatorului rezultă o oscilaţie cu frecvenţa egală cu diferenţa frecvenţelor lor. Dacă diferenţa de frecvenţe este mai mică decît 10...15 kHz, oscilaţia de la ieşirea circuitului de amestec poate fi auzită într-o cască telefonică, conectată în circuitul de colector al amplificatorului. Circuitul C_7, C_8, L_3 formează un filtru „trece-jos", care lasă să treacă la amplificator numai oscilaţiile de audiofrecvenţă.

Elementele componente ale aparatului se vor dispune într-o cutie metalică ecranată. În această cutie elementele oscilatorului vor fi ecranate separat. Pentru ca aparatul să funcţioneze cu o bună precizie, este necesar ca elementele oscilatorului să fie cît mai rigide, în special bobina L_1 şi condensatorul de acord C_{10}. Axul condensatorului va fi acţionat printr-un demultiplicator, pentru a permite reglajul fin al frecvenţei.

Pentru asigurarea gamei de lucru de 3...100 MHz trebuie să se folosească bobine interschimbabile. Datele constructive ale acestor bobine sînt prezentate în tabelul 28. Ele se introduc împreună cu condensatorul de reacţie C_3 într-un soclu montat pe cutia aparatului.

Tabelul 28

Datele constructive ale bobinei L_1

Gama MHz	Diametrul conductorului CuEm mm	Numărul de spire	Numărul spirei la care se scoate priza	Capacitatea condensatorului C_2 pF	Observaţii
3 — 6	0,2	40	17	150	Diametrul carcasei 20 mm
5,5 — 12	0,3	25	9	150	
11 — 20	0,5	14	5	150	Tipul bobinajului spiră lîngă spiră
20 — 50	1	7	3	10	Priza este socotită
50 — 100	1	1	0,5	10	la capătul dinspre masă

Stabilitatea de frecvenţă a oscilatorului se poate mări prin montarea definitivă în interiorul cutiei oscilatorului a unei singure bobine pentru gama 3...6 MHz.

Bobina de cuplaj L_2 are 4 spire din conductor CuEm ∅ 0,15 mm, înfăşurate pe o carcasă cu diametrul de 20 mm. Bobina

este legată de cutia aparatului printr-un cablu coaxial cu impedanța de 75 Ω și cu lungimea de 20 . . . 30 cm. Bobina L_3 a filtrului „trece-jos" are trei secțiuni formate din cîte 100 spire din conductor CuEm ∅ 0,1 mm, bobinate pe o carcasă de polistiren (fig. 276). Lățimea fiecărei secțiuni este de 6 mm.

După cum rezultă din fig. 275 tranzistorul T_1 este de tip П 403 dar, dacă se lucrează numai în gama 3 . . . 14 MHz, el poate fi înlocuit cu EFT 317, EFT 319, eventual EFT 308. Tranzistorul T_2 poate fi orice tip de tranzistor amplificator de audiofrecvență: EFT 351, EFT 321, П 14, П 16, OC70, OC71, OC72, 2SB44, 2SB56 etc. Ca diodă de amestec corespunde orice diodă cu germaniu cu contact punctiform (EFDO27 . . . EFD115 etc.).

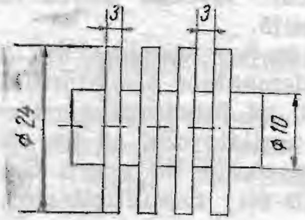


FIG. 276

Sursa de alimentare folosită va fi o baterie de 4,5 . . . 6 V.

Etalonarea aparatului se face cu ajutorul unui oscilator de precizie. Pentru aceasta, bobina de cuplaj L_2 se apropie de circuitele oscilatorului etalon, iar dacă acest lucru nu este posibil, se cuplează inductiv cu o înfășurare de 10 . . . 15 spire, conectată la bornele de ieșire ale oscilatorului etalon. Se rotește lent axul condensatorului variabil și se caută să se obțină fluierătura de interferență. Frecvența oscilatorului undametrului se reglează astfel încît sunetul de interferență să devină tot mai grav și să dispară. Se procedează în felul acesta pentru cel puțin 10 frecvențe din fiecare gamă, apoi se trasează scările de frecvențe.

Deoarece atît oscilatorul undametrului cît și oscilatoarele exterioare produc armonice superioare, fluierături de interferență apar și la egalizarea frecvenței armonicelor. Aceste fluierături sînt însă mai slabe, deoarece amplitudinile armonicelor scad pe măsura îndepărtării de fundamentală. Pe de o parte, acest fapt este util, deoarece, în cazul realizării aparatului cu bobina de acord fixă, este posibilă interferarea semnalului cu armonica a doua, a treia sau chiar a patra a oscilatorului undametrului, lărgind gama pînă la aproximativ 24 MHz. Pe de altă parte, existența armonicelor îngreunează executarea măsurărilor, atunci cînd nu se cunoaște nici măcar cu aproximație frecvența semnalului.

Grid-dip-metru (Undametru dinamic)

Este un instrument foarte util radioamatorului pentru determinarea frecvenței de lucru a inductanțelor bobinelor. Grid-dip-metrul, a cărui construcție este descrisă în continuare, are un număr mare de utilizări și anume:

— Ca grid-dip-metru obișnuit, pentru încercări dinamice, în cazul emisiilor nemodulate sau modulate, ori pentru încercări ale bobinelor de la radioreceptoare.

— Încercarea cristalelor de cuarț a căror calitate se determină prin nivelul oscilațiilor indicat de mărimea sectoarelor luminoase ale indicatorului optic (ochi magic). Cu cristalul de cuarț montajul poate fi folosit și ca încercător de frecvență pentru vobulatoare TV, cu ajutorul prizei „RF cuarț".

— Ca voltmetru electronic pentru curent alternativ și continuu, aprecierea mărimii tensiunii determinîndu-se prin mărimea sectoarelor luminoase.

Pentru realizarea aparatului vom folosi un tub electronic indicator optic (ochi magic) de tip EM85 sau EM84. Schema de principiu este prezentată în fig. 277.

Catodul tubului electronic este conectat la masă, iar anodul triodei este alimentat prin rezistența de 50 kΩ, pentru poziția

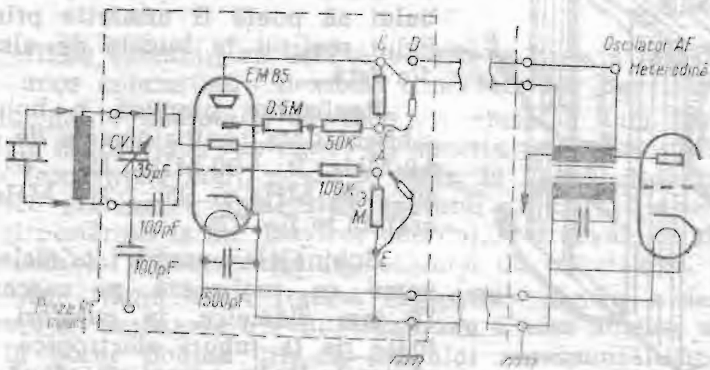


FIG. 277

„emisie" și prin cca 250 kΩ, pentru poziția „recepție". Circuitul oscilant se conectează la grila de comandă și la anodul triodei prin cele două condensatoare de 100 pF.

Electrodul de comandă a deviației sectoarelor luminoase este conectat la anodul triodei prin rezistența de 500 kΩ. Grila de comandă a triodei este conectată la masă prin rezistența de 100 kΩ pentru „recepție" și prin cca 3 MΩ, pentru „emisie". Ecranul luminos al tubului electronic este conectat direct la sursa de alimentare anodică.

Montajul descris lucrează bine, putînd oscila pînă la 230 MHz, cu condiția executării unor cablaje scurte. Alimentarea se poate face dintr-un redresor obișnuit, capabil să asigure o tensiune anodică de 200 V și una de 6,3 V pentru filamentul tubului electronic. În cazul cînd dispunem de o heterodină modulată se poate face alimentarea de la aceasta, ceea ce ne permite să alimentăm aparatul cu tensiune anodică modulată (vezi partea din dreapta a fig. 277).

Realizarea practică a montajului se face pe două bucăți de tablă din aluminiu în formă de U (fig. 278). La una din extremități fixăm un patrat de 6×6 cm din plexiglas gros de 8 mm. Prizele pentru bobine și pentru cristalul de cuarț sînt făcute cu ajutorul unor bucșe fixate de asemenea în plexiglas. Soclul tubului electronic de tip noval, de preferință din material ceramic sau steatit, este fixat pe una din cele două „urechi" de prindere îndoită și montată cu un șurub de 3 mm, astfel încît sectoarele ecranului luminos al tubului să poată fi urmărite prin orificiul realizat în bucata de aluminiu din față.

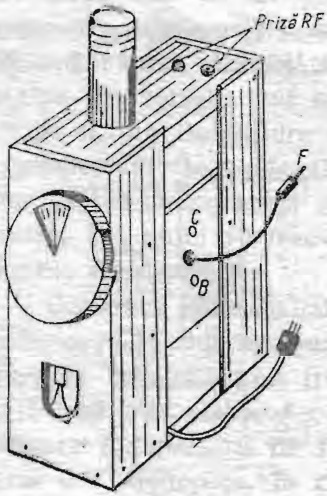


FIG. 278

Realizarea practică a bobinelor schimbătoare pentru gamele de 4,1 ... 9,2 MHz ; 9 ... 20 MHz ; 19 ... 40 MHz; 40 ... 96 MHz și 95 ... 215 MHz este arătată în fig. 279.

Bobinajele pentru primele trei game se realizează pe carcase de 18 mm diametru, în culoturi octal, luate de la tuburi electronice uzate, cărora le lăsăm numai cîte două piciorușe. Condensatorul variabil CV are o capacitate de 35 pF ; rotorul nu trebuie conectat la masă. Axul său este antrenat prin intermediul unui disc de celuloid cu diametrul 65 mm, lipit de butonul de comandă.

Atît butonul, cît şi discul sînt acoperite de un capac, antrenarea făcîndu-se prin marginea discului de celuloid, care iese la exterior printr-o tăietură practicată în şasiu, permiţînd astfel mişcarea lui uşoară cu degetul.

Prizele A, B şi C sînt fixate pe două plachete de textolit, prinse pe părţile laterale ale părţii metalice în formă de U. Pen-

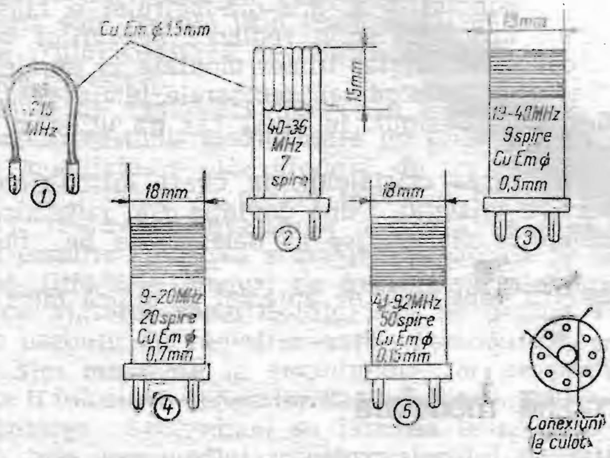


FIG. 279

tru diferitele comutări ne servim de cîte o banană prinsă la capetele unor conductoare flexibile conectate la punctele E şi F.

Etalonarea aparatului se face cu ajutorul unei heterodine modulate de precizie, cuplîndu-l cu aceasta prin priza „RF cuarţ". Pentru frecvenţele mari, peste 50 MHz, în lipsa heterodinei, putem face etalonarea alimentînd aparatul cu curent anodic modulat şi urmărind la un televizor acordul pe frecvenţele de sunet ale emisiunilor telecentrului sau releului de televiziune.

Pentru determinări statice, respectiv pentru a determina frecvenţa de rezonanţă a unui circuit sau a unei bobine, se introduce în borne bobina grid-dip-metrului corespunzătoare gamei în care se găseşte frecvenţa de rezonanţă a circuitului analizat. Se alimentează grid-dip-metrul şi se urmăreşte ecranul ochiului magic. Se acţionează condensatorul variabil; la momentul rezonanţei între grid-dip-metru şi circuitul analizat sectoarele luminoase deviază. Atunci citim pe cadranul grid-dip-metrului frecvenţa.

Aparatul îl putem utiliza ca radioemițător modulat, pentru a determina diferite benzi la un radioreceptor. În acest caz, lăsăm contactul E liber, iar F se branșează în B. Punem bobina corespunzînd gamei respective și rotim condensatorul variabil căutînd emisiunea la radioreceptor.

Pentru a preregla transformatoarele de frecvență intermediară conectăm o heterodină la primarul transformatorului, iar secundarul între punctul A al grid-dip-metrului și masă. În momentul obținerii acordului (prin reglarea miezurilor bobinajelor sau reglarea condensatoarelor trimer montate în paralel cu bobinajele) pe frecvența heterodinei, sectoarele luminoase ale ochiului magic deviază. Desigur, în acest caz nu utilizăm bobinele grid-dip-metrului.

Pentru verificarea cristalelor de cuarț introducem în contactele respective cristalul. După deviația mai puternică sau mai slabă a sectoarelor luminoase ne dăm seama de funcționarea cuarțului.

Ca voltmetru, tensiunile de apreciat se aplică între punctul A și masă.

Heterodină modulată

Heterodina este un oscilator care se utilizează pentru măsurarea, verificarea, alinierea circuitelor oscilante de radiofrecvență.

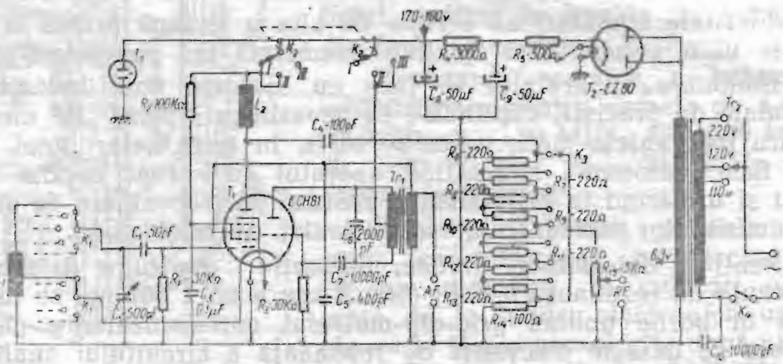


FIG. 260

Aparatul de față produce oscilații în cinci game, între 140 kHz și 30 MHz și anume: 140 ... 420 kHz, 416 ... 1 250 kHz, 1 150 ... 3 000 kHz, 2,72 ... 7,5 MHz și 6,6 ... 30 MHz. Oscilațiile de ra-

diofrecvență pot fi modulate în amplitudine cu ajutorul unui oscilator de audiofrecvență înglobat în aparat.

Heterodina (fig. 280) funcționează cu un tub electronic T_1 dublu, de tip triodă-heptodă. Partea heptodă generează oscilațiile de radiofrecvență într-un montaj obișnuit, cu reacție pe catod. Circuitul de ieșire al secundarului este conectat pe anodul heptodei, ceea ce este avantajos, pentru că astfel ieșirea este separată de circuitul oscilant al generatorului prin grila-ecran g_2', conectată, din punct de vedere alternativ, la masă. Tensiunea de ieșire este trecută prin două atenuatoare, unul în trepte, celălalt cu reglaj continuu — pentru dozarea amplitudinii semnalului după necesități.

Semnalele de radiofrecvență sînt modulate în amplitudine prin aplicarea tensiunii modulatoare pe grila a treia a heptodei. Tensiunea modulatoare este produsă de un oscilator de audiofrecvență, funcționînd cu partea triodă a tubului T_1. Transformatorul Tr_1 realizează inversarea necesară de fază între anod și grilă și permite aplicarea semnalelor generate pe grila a treia a heptodei. Diferitele moduri de funcționare ale heterodinei se stabilesc cu ajutorul comutatorului K_2: pe poziția I a acestuia se produc oscilații de radiofrecvență nemodulate, pe poziția II oscilațiile sînt modulate în amplitudine, iar pe poziția III aparatul poate fi folosit ca generator de audiofrecvență.

Alimentarea heterodinei se face de la rețeaua de curent alternativ, prin intermediul transformatorului de rețea Tr_2 și a redresorului de tensiune anodică realizat cu tubul T_2. Tubul cu neon T_3 indică funcționarea aparatului.

La realizarea practică a heterodinei trebuie să se asigure o bună ecranare a montajului. Cutia aparatului, complet închisă, se va realiza neapărat din metal (fier, aluminiu). De asemenea, este foarte utilă ecranarea separată a bobinelor oscilatorului L_1, împreună cu comutatorul K_1, a comutatorului K_3, împreună cu rezistențele $R_6 \ldots R_{14}$ și a potențiometrului R_{15} (fig. 281).

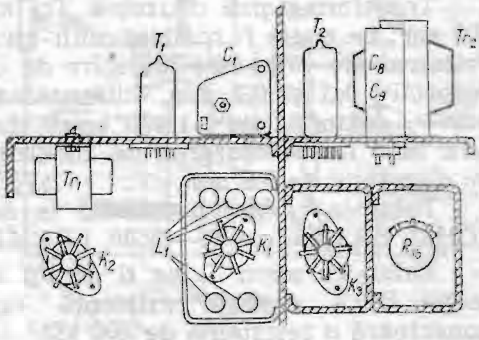


FIG. 281

Bobinele oscilatorului se realizează conform datelor constructive cuprinse în tabelul 29.

Tabelul 29

Datele constructive ale bobinei L_3

Gama kHz	Conductorul	Carcasa	Număr-rul de spire	Numărul spirei la care se scoate priza	Tipul bobinajului
140— 420	CuEm+M ∅ 0,15 mm	∅ 10 mm cu miez	220	60	Fagure
416— 1 250	CuEm+M ∅ 0,2 mm	∅ 10 mm cu miez	110	30	Fagure
1 150— 3 000	CuEm ∅ 0,5 mm	∅ 20 mm fără miez	50	10	Spiră lîngă spiră
2 720— 7 500	CuEm ∅ 0,8 mm	∅ 20 mm fără miez	20	5	Spiră lîngă spiră
6 600—30 000	CuEm ∅ 1 mm	∅ 20 mm fără miez	4	1	Spiră lîngă spiră

Bobina de şoc L_2 se înfăşoară pe o carcasă de polistiren cu dimensiunile din fig. 281, avînd însă şase secţiuni. În aceste secţiuni se introduc 40+60+80+100+120+120 spire din conductor CuEm ∅ 0,1 mm. La anodul tubului se va lega acel capăt al bobinei care are mai puţine spire pe galet.

Transformatorul Tr_1 poate fi luat dintr-un amplificator vechi de audiofrecvenţă. Cel mai bine corespunde un transformator inversor pentru etaj final în contratimp.

Transformatorul de reţea Tr_2 are un miez cu secţiunea de 7,5 cm², ce poate fi realizat dintr-un pachet de tole E 12,5+I 12,5. Primarul are 770+70+700 spire de conductor cu diametrul de 0,3 respectiv 0,3 şi 0,2 mm. Înfăşurarea pentru alimentarea anodică este constituită din 1 400 spire de conductor cu diametrul de 0,12 mm, iar înfăşurarea de încălzire din 47 spire de conductor cu diametrul de 0,8 mm.

Tuburile ce pot fi folosite în acest aparat sînt: T_1—ECH81, ECH21, 6И1П etc.; T_2—EZ80, 6X5, 6Ц4П, 6Ц5С etc.

Tubul cu neon T_3 va fi de tip normal, cu rezistenţă de protecţie. Dacă această rezistenţă lipseşte, în serie cu tubul se conectează o rezistenţă de 200 kΩ.

După aplicarea tensiunilor de alimentare se verifică funcţionarea oscilatorului de radiofrecvenţă în toate gamele. Dacă oscilatorul funcţionează, un miliampermetru conectat între capătul de jos al rezistenţei R_1 şi masă indică un curent de cîteva sute de miliamperi. Funcţionarea oscilatorului de modulaţie se verifică cu ajutorul unei căşti conectate între bornele AF.

Etalonarea heterodinei modulate se face cu ajutorul unui undametru de precizie.

Generator etalon cu cuarț

Pentru etalonarea unui aparat de măsurat (heterodină modulată, frecvențmetrul activ, măsurător de cîmp etc.), ca și pentru etalonarea unui radioreceptor sau a unui oscilator, este de mare folos un oscilator de radiofrecvență cu cristal de cuarț, a cărui frecvență este stabilă și precis cunoscută. Schema unui asemenea oscilator, care generează o tensiune în impulsuri pe o ieșire cu impedanța de 680 Ω și o tensiune sinusoidală pe o ieșire de mare impedanță, este prezentată în fig. 282.

Cristalul de cuarț este conectat între colectorul și baza tranzistorului T, stabilizînd astfel frecvența oscilațiilor generate. Oscilațiile din circuitul cu colector conțin puține armonice superioare, ceea ce adesea este dezavantajos. Limitatorul, format din circuitul D_2, R_5, produce o tensiune de impulsuri bogată în armonice superioare. Cu ajutorul acestui montaj, folosind un cristal de cuarț care oscilează pe frecvența de 1 000 kHz, se pot obține armonicele utilizabile cu frecvența maximă de aproximativ 30 MHz.

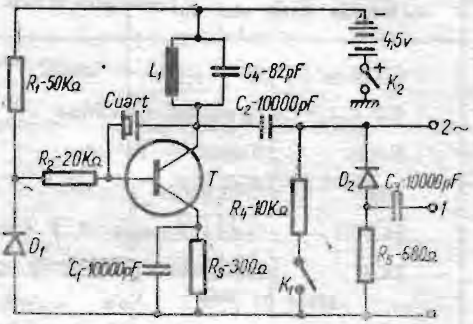


FIG. 282

În circuitul bazei tranzistorului T este conectată dioda D_1, care are rolul de stabilizator al punctului de funcționare. Se poate folosi un redresor de 25 V/5 mA, eventual se poate înlocui dioda cu o rezistență de 30 kΩ. Dioda D_2 este cu germaniu, cu contact punctiform, pentru radiofrecvență.

Tipul tranzistorului folosit depinde de frecvența de lucru a cristalului de cuarț. Pentru frecvența de maximum 1,5 MHz se poate folosi un tranzistor П 15, П 16 sortat sau EFT 307; pentru frecvențe ce nu depășesc 10 MHz se poate folosi un tranzistor de tip П 401, П 402 sau EFT 308. La frecvențe mai mari se pot folosi tranzistoare de tip OC 170, П 403 sau AF 114.

Bobina L_1 din circuitul de colector se compune din 501 spire bobinate în trei secţiuni fagure, cu cîte 167 spire fiecare, din conductor CuEm ∅ 0,1 mm, înfăşurate pe o carcasă cu diametrul de 6 mm.

Staţii etalon de frecvenţă

De o deosebită utilitate pentru radioamatori şi radioconstructori sînt frecvenţele etalon emise de staţiunile oficiale din diverse ţări de pe glob.

Majoritatea radioamatorilor, cînd se referă la asemenea staţii, pomenesc numai de cîteva din acestea, şi anume, cele mai cunoscute, ca: WWV din S.U.A., WWVH din Hawaii sau CHU din Canada. În realitate, numărul staţiilor care sînt etaloane de frecvenţă şi timp este mult mai mare.

În tabelul nr. 30 sînt arătate staţiile ce emit în prezent etaloane de frecvenţă şi timp enumerate în raportul anual al „Biroului Internaţional al orei" de la Paris şi în „World Radio Handbook".

Tabelul 30

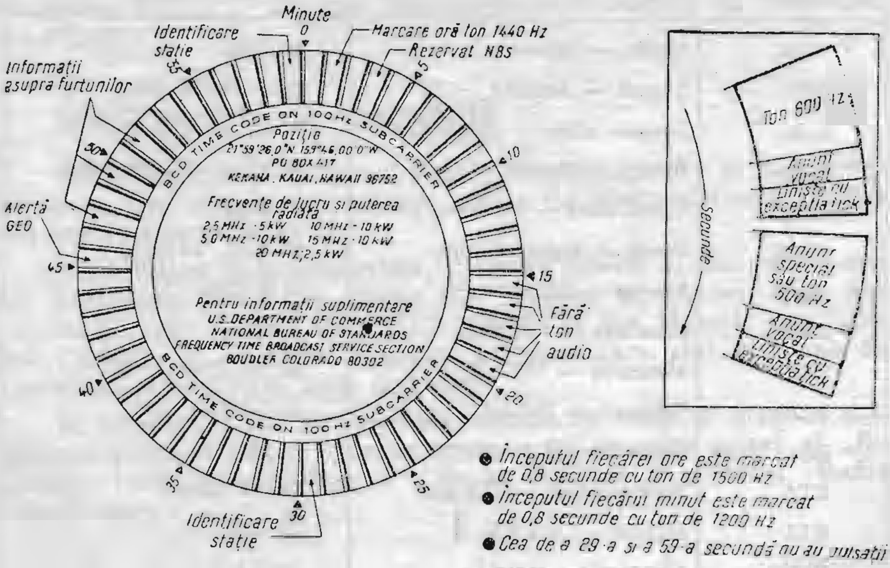
Indicatorul staţiei	Localitatea şi ţara	Frecvenţa de lucru
ATA	New Delhi — India	5, 10, 15 MHz
B.P.V.	Shanghai — China	5, 10, 15 MHz
B.S.F.	Taipei — Taiwan	5, 15 MHz
CHU	Ottawa — Canada	3.330, 7335, 14670 KHz
DCF77	Mainflingen — R. F. Germania	77, 5 KHz
DGI	Oranienburg — R. F. Germania	185 MHz
FFH	Paris — Franţa	2,5 MHz
GBR	Rugby — Anglia	16 KHz
HBG	Prangins — Elveţia	75 KHz
IBF/IAM	Roma şi Torino — Italia	5 MHz
JG2AE	Sanwa — Japonia	8 MHz
JG2AS	Sanwa — Japonia	40 KHz

Indicatorul stației	Localitatea și țara	Frecvența de lucru
JJF-2	Chiba — Japonia	40 KHz
JJY	Sanwa — Japonia	2.5,5, 10, 15 MHz
LOL	Buenos Aires — Argentina	5, 10, 15 MHz
MSF	Rugby — Anglia	60 KHz, 2.5,5, 10 MHz
NBA	Canal zone — Panama	24 KHz
OMA	Praga — Cehoslovacia	50 KHz, 2.5 MHz
OLB5	Praga — Cehoslovacia	3170 KHz
RAT	Moscova — U.R.S.S.	5 MHz
RBU	Moscova — U.R.S.S.	66, 67 KHz
RCH	Tașkent — U.R.S.S.	2, 5 MHz
RIM	Tașkent — U.R.S.S.	5, 10 MHz
RTA	Novossibirsk — U.R.S.S.	10, 15 MHz
RTZ	Irkutsk — U.R.S.S.	50 KHz
RWM	Moscova — U.R.S.S.	10, 15 MHz
VNG	Lyndhurst — Australia	4.5, 7.5, 12 MHz
VPS/HKG	Hong-Kong	38, 500, 5519, 8903 KHz și 95 MHz
WWV	Font Collins-Colorado — S.U.A.	2.5, 5, 10, 15 MHz
WWWB	Font Collins-Colorado — S.U.A.	60 KHz
W WVH	Kauai — Hawaii	2.5, 5, 10, 15 MHz
YVTO	Caracas — Venezuela	6.1 MHz
ZLFS	Lower Hutt — Noua Zeelandă	2.5 MHz
ZUO	Johannesburg — Africa de Sud	2.5, 5, 10 MHz

După cum se observă, majoritatea stațiilor etalon se găsesc în emisfera nordică a globului.

Toate stațiile utilizează ca bază pulsuri cu durata unei secunde, la care se adaugă diferite transmisii în codul maroc, anunțuri vocale privind condițiile atmosferice și geografice și alte comunicări variabile de la o stațiune la alta.

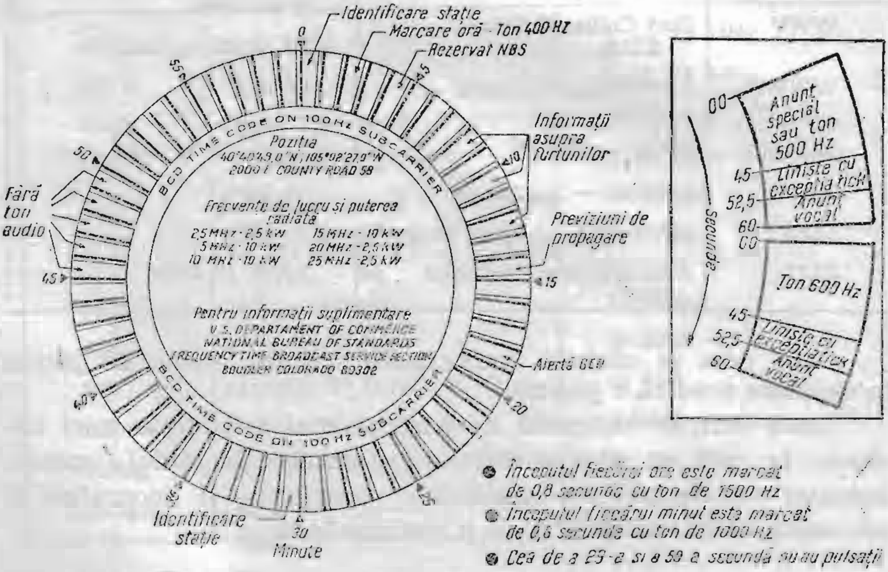
SEMNALUL STAȚIEI WWVH



- Începutul fiecărei ore este marcat de 0,8 secunde cu ton de 1500 Hz
- Începutul fiecărui minut este marcat de 0,8 secunde cu ton de 1200 Hz
- Cea de a 29-a și a 59-a secundă nu au pulsații

FIG. 283

SEMNALUL STAȚIEI WWV



- Începutul fiecărei ore este marcat de 0,8 secunde cu ton de 1500 Hz
- Începutul fiecărui minut este marcat de 0,8 secunde cu ton de 1000 Hz
- Cea de a 29-a și a 59-a secundă nu au pulsații

FIG. 284

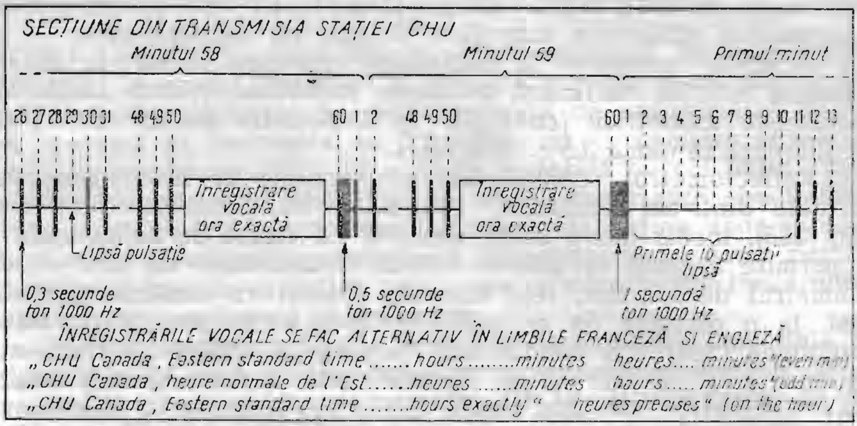


FIG. 285

Pentru emisfera nordică, în care ne găsim și noi, cele mai des uzitate pentru etaloane sînt stațiile WWV, WWVH și CHU, ale căror semnale sînt descrise pentru WWV în figura 283, pentru WWVH în figura 284 și pentru CHU în figura 285.

Reflectometru pentru benzile de radioamatori

Acest aparat este mai rar întîlnit, totuși este foarte util radioamatorilor pentru punerea la punct a antenelor, adaptarea lor la linii de alimentare și la radioemițătoare. Este cunoscut faptul că pentru ca printr-o linie de alimentare să ajungă energia maximă de la generator la sarcină, rezistența de ieșire a generatorului și rezistența sarcinii trebuie să fie egale cu impedanța caracteristică a liniei. În acest caz, amplitudinea tensiunii de radiofrecvență este constantă de-a lungul liniei; se spune că regimul este de „unde progresive".

Dacă însă sarcina are o impedanță diferită de aceea a liniei de alimentare, o parte din energia care ajunge la sarcină tinde să revină la punctul de plecare. Tensiunea care se propagă de la generator înspre sarcină întîlnește tensiunea reflectată și se însumează cu ea, dînd naștere la maxime și minime egal distribuite de-a lungul liniei. Caracterizarea acestui regim de unde staționare se face de obicei cu ajutorul așa-numitului „coeficient de unde staționare", care este raportul dintre tensiunea maximă și tensiunea minimă.

În cazul cînd sarcina este o antenă, se observă că energia radiată de ea scade pe măsura creșterii coeficientului de unde

staționare. Rezultă, deci, importanța mare pe care o are pentru radioamator adaptarea corectă a liniilor de transmisiune.

Aparatul prezentat în continuare servește tocmai la determinarea acestui coeficient de unde staționare pentru liniile de transmisie asimetrice (coaxiale) cu impedanța de 52 sau 75 Ω, ce lucrează în gama 3,5 ... 400 MHz.

Reflectometrul constă dintr-o secțiune de linie coaxială, formată dintr-un conductor central AB cu diametrul de 6 mm (fig. 285), închis într-o cutie metalică cu capac detașabil, pentru a permite accesul în interior. Două conductoare ab și a′b′, cu diametrul de 1,5 mm, sînt montate paralel cu conductorul central, la o distanță de aproximativ 15 mm de centrul acestuia. Lungimea celor trei conductoare depinde de gama de frecvențe în care este necesar să se lucreze: 200 mm corespunde benzii 3,5 ... 100 MHz, 100 mm benzii 3,5 ... 200 MHz și 50 mm benzii 3,5 ... 400 MHz. Cu cît lungimea liniilor este mai mică cu atît este mai mare frecvența maximă de lucru, dar cu atît scade și sensibilitatea de la frecvența minimă.

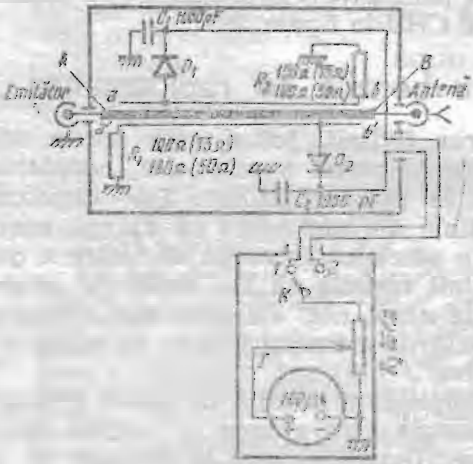


FIG. 286

Cele două conductoare a′b′ și ab sînt conectate la masă prin cîte o rezistență R_1 și R_2. Valoarea acestor rezistențe (100 Ω sau 160 Ω asigură adaptarea reflectometrului la liniile cu impedanța caracteristică de 52 sau 75 Ω. Capetele rămase libere ale conductoarelor se conectează la două circuite de detecție C_1, D_1 și C_2, D_2. Tensiunile detectate ajung, prin comutatorul K și prin potențiometrul de reglaj al sensibilității R_3, la instrumentul indicator I.

Pentru măsurarea coeficientului de unde staționare se intercalează reflectometrul pe linia de transmisie. Dacă comutatorul K se află în poziția 1, instrumentul va indica un curent I_1, proporțional cu unda directă (venită de la generator). Apoi, fără a modifica poziția cursorului potențiometrului, se schimbă comutatorul în poziția 2 și se citește indicația I_2, proporțională cu unda reflectată. Coeficientul de undă staționară α se calculează cu formula:

$$\alpha = \frac{I_1+I_2}{I_1-I_2}$$

La punerea în funcţiune a reflectometrului se face verificarea lui în modul următor: la una din bornele aparatului se conectează un generator de radiofrecvenţă de aproximativ 30 W, ce lucrează pe frecvenţa de 3,5 MHz, iar la cealaltă bornă un grup de rezistenţe chimice cu disipaţia totală de cel puţin 12 W şi cu rezistenţa echivalentă de 75 Ω. Se conectează comutatorul K în poziţia 1 cînd instrumentul trebuie să indice unda directă, după care se schimbă comutatorul în poziţia 2. În acest caz instrumentul trebuie să indice zero, ceea ce corespunde lipsei undei reflectate în cazul unei linii adaptate.

Pentru deviaţia totală a acului instrumentului, prin linia de alimentare în care se intercalează reflectometrul trebuie să se transmită o putere de aproximativ 50 W, la frecvenţa de 3,5 MHz sau 0,5 W la 400 MHz.

Impedanţmetru pentru antenă

Aparatul poate fi utilizat pentru determinarea impedanţei antenelor sau pentru măsurarea în radiofrecvenţă a rezistenţelor cu valoarea cuprinsă între 0 şi 500 Ω.

Rezistenţa de măsurat R_x se conectează într-o punte formată din rezistenţele fixe R_1, R_2 şi rezistenţa reglabilă R_3 (fig. 287).

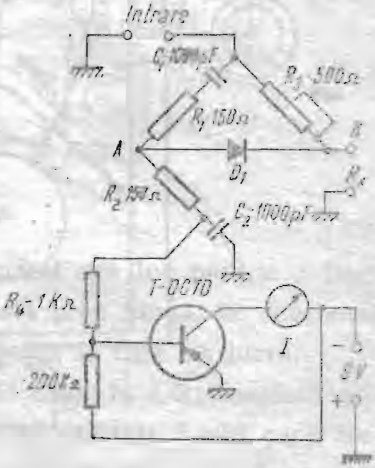


FIG. 287

Puntea este alimentată de la un mic generator exterior de radiofrecvenţă. În diagonala orizontală a punţii este conectată dioda D_1 care, conducînd încarcă condensatoarele C_1 şi C_2. Tensiunea negativă obţinută prin detecţie ajunge, prin rezistenţa R_4, pe baza tranzistorului amplificator de curent continuu, producînd deviaţia acului instrumentului.

La echilibrul punţii amplitudinea tensiunii de radiofrecvenţă din punctul A este egală cu cea din punctul B, deci diferenţa de tensiune între A şi B este nulă. Dioda nu mai conduce; deci, ten-

siunea negativă de pe baza tranzistorului T se micșorează, instrumentul indicînd minimum.

Dacă generatorul de oscilații de radiofrecvență produce semnale modulate în amplitudine, instrumentul indicator se poate înlocui cu o cască telefonică cu care se urmărește minimum sunetului de modulație.

Impedanțmetrul se asamblează într-o cutie metalică ecranată. Dispunerea pieselor în interior se poate urmări pe fig. 288.

Firele de legătură ale elementelor punții vor fi cît mai scurte, pentru a reduce la minimum capacitățile parazite care modifică rezultatele măsurătorilor.

Tranzistorul T este un tranzistor de audiofrecvență (OC70, EFT351 etc.), iar dioda D_1 este o diodă detectoare de radiofrecvență, de orice tip. Instrumentul indicator poate fi un miliampermetru cu scara de 1 mA.

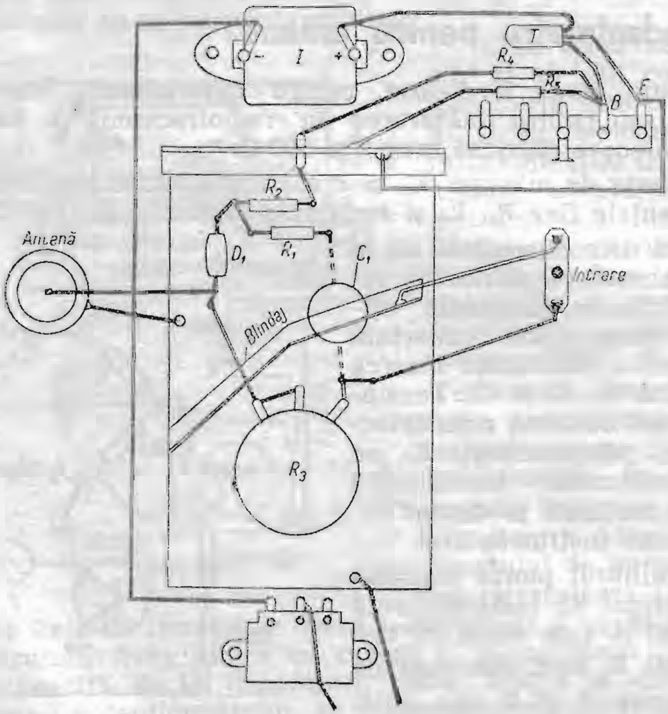


FIG. 288

Alimentarea cu semnal a punții se face de la un generator de radiofrecvență sau de la un frecvențmetru activ (grid-dip-metru). În ultimul caz cuplajul se realizează printr-o bobină cu 5 ... 15 spire, conectată la intrarea punții (fig. 289).

Etalonarea scării de rezistențe a punții se face prin măsurarea valorilor unor rezistențe chimice cu puterea de disipație de 0,25 ... 0,5 W.

În încheiere, iată cîteva exemple de utilizare a impedanțmetrului.

Măsurarea unei linii în λ/4. Această măsurare se bazează pe proprietatea liniei în λ/4 de a funcționa ca un transformator de impedanță. Dacă la un capăt linia este lăsată în gol, la celălalt capăt va prezenta rezistența zero. Pentru măsurare, se conectează la punte linia care se taie puțin mai lungă decît λ/4, lăsînd capătul liber în gol. Butonul de echilibrare a punții se rotește la valoarea R=0 și reglînd frecvența generatorului de alimentare se determină minimul. Dacă minimul are loc pentru o frecvență mai joasă decît trebuie, linia este prea lungă. Se scurtează linia pînă ce minimul are loc la frecvența la care va lucra.

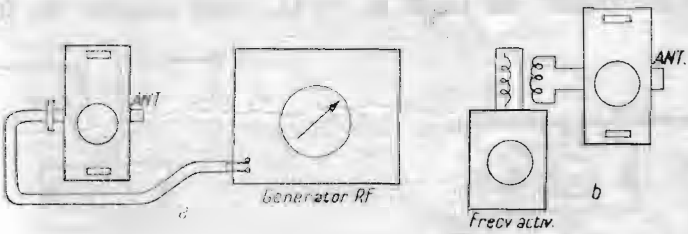


FIG. 289

Măsurarea unei linii în λ/2. O linie în λ/2 transferă neschimbată impedanța de la un capăt la celălalt. Linia care trebuie măsurată se conectează la impedanțmetru, avînd capătul liber scurtcircuitat (fig. 290).

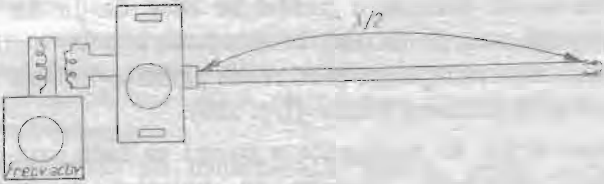


FIG. 290

Se caută frecvența la care linia are impedanța de intrare egală cu zero. În rest se procedează ca mai înainte. După reglarea liniei se poate face o verificare suplimentară, conectînd la capătul liber o rezistență oarecare, mai mică decît 500 Ω. Aceeași valoare a rezistenței trebuie să se găsească la impedanțmetru.

Măsurarea impedanței de intrare a unei antene. Determinarea se poate face conectînd puntea direct la bornele antenei (fig. 291-*a*) sau, dacă acest lucru nu este posibil, printr-o linie în λ/2 fig. 291-*b*).

Prin aducerea punții la echilibru, generatorul fiind reglat pe frecvența de lucru a antenei, se determină mărimea căutată.

La antenele verticale impedanța poate varia de la 35 la 75 Ω, după unghiul de înclinare al radiatorului, iar în cazul antenelor „ground plane" de la 30 la 75 Ω, după unghiul de înclinare

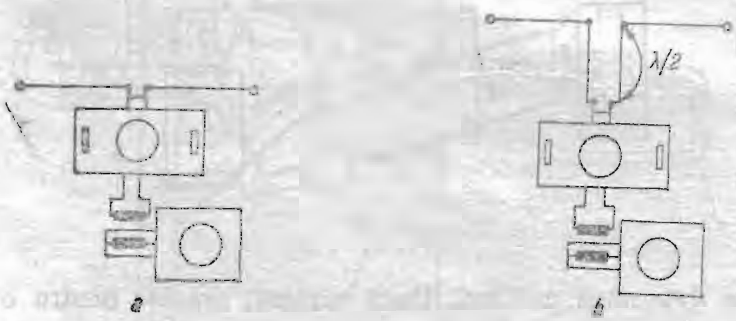


FIG. 291

al reflectorului. Utilizînd impedanțmetrul, se poate modifica acest unghi, pentru a se obține impedanța necesară unei adaptări corecte la linia de alimentare.

De asemenea, se pot determina frecvența de rezonanță și impedanța caracteristică ale antenelor utilizate în stațiile por-

tabile. Acestea pot fi modificate prin reglarea elementelor antenei (impedanțe, capacități).

Determinarea frecvenței de rezonanță a unei antene. Se caută frecvența pentru care impedanța antenei este minimă.

Măsurarea impedanței circuitului de intrare al unui radioreceptor. Impedanța circuitului de intrare se măsoară în scopul adaptării ei la linia de coborîre a antenei. Pentru măsurare este important ca receptorul să fie acordat cu precizie pe frecvența la care se efectuează măsurarea.

Traficul de radioamator

Stațiile de radioemisie-recepție funcționează numai în baza unei autorizații eliberate de Ministerul Poștei și Telecomunicațiilor din fiecare țară, potrivit unor reglementări internaționale. Ele sînt grupate în rețele de radiocomunicații pentru aviație, marină, meteorologie, presă, trafic comercial, radioamatori etc., fiecare folosind anumite „benzi de frecvență", sisteme de lucru, indicative de apel, prescurtări și coduri specifice.

Benzile de frecvențe afectate radioamatorilor români sînt:

3 500 ... 3 800 KHz	(banda de 80 m)
7 000 ... 7 100 KHz	(banda de 40 m)
14 000 ... 14 350 KHz	(banda de 20 m)
21 000 ... 21 450 KHz	(banda de 15 m)
28 000 ... 29 700 KHz	(banda de 10 m)
144 ... 146 MHz	(banda de 2 m)
430 ... 440 MHz	
1 215 ... 1 300 MHz	
5 600 ... 5 650 MHz	
10 000 ... 10 500 MHz	
21 ... 22 GHz	

Identificarea stațiilor de radioamator

Operația se face în baza indicativului propriu. Orice stație de radio-emisie-recepție are un indicativ de apel compus din litere și cifre, stabilit în baza unor reguli internaționale. O literă, două litere sau o cifră și o literă de la începutul indicativului indică țara respectivă. Astfel, țara noastră are atribuite grupele de litere YO, YP, YQ și YR, din care YO este atribuit stațiilor de radioamatori, ca prefix de naționalitate. Alte exemple: Franța are prefixul compus din litera F; U.R.S.S. are prefixul compus din două litere, prima literă U fiind comună tuturor stațiilor din U.R.S.S. și cea de a doua deosebind diferitele republici unio-

nale: UB și UT R.S.S. Ucraineană, UG R.S.S. Armeană etc.; S.U.A. are o singură literă, W sau K, Anglia litera G, Italia litera I etc.

În ultimii ani, unele țări au prefixul format dintr-o cifră urmată de o literă, de exemplu: 5B — Cipru; 4X — Israel etc. Pentru un radioamator este foarte necesar a cunoaște cît mai multe prefixe, pentru a putea identifica stațiile de radioamatori și țara unde lucrează aceștia. În continuare vom da lista prefixelor oficiale internaționale.

Prefixul de naționalitate este urmat de o cifră, de la 1 la 10, care reprezintă districtul radioamatoricesc din țara respectivă. (De menționat că pentru cifra 10 se folosește semnul ∅ pentru a evita confuziile cu litera O). Țara noastră este împărțită în 8 districte, notate cu cifrele 2 pînă la 9. Fiecare district cuprinde mai multe județe, cu excepția orașului București și anume: 2(YO2) județele Arad, Caraș-Severin, Hunedoara și Timiș, 3(YO3) orașul București, 4(YO4) județele Brăila, Constanța, Galați, Tulcea și Vrancea, 5(YO5) județele Alba, Bihor, Bistrița-Năsăud, Cluj, Maramureș, Satu-Mare și Sălaj, 6(YO6) județele Brașov, Covasna, Harghita, Mureș și Sibiu, 7(YO7) județele Argeș, Dolj, Gorj, Olt și Vîlcea, 8(YO8) județele Bacău, Botoșani, Iași, Neamț, Suceava și Vaslui, 9(YO9) județele Buzău, Ialomița, Dîmbovița, Prahova și Teleorman.

Partea finală a indicativului ce urmează după cifra districtului este compusă din una, două, sau trei litere și definește o anumită stație de radioamator dintr-o țară oarecare. Literele nu au legătură cu numele operatorului ci indică doar stația respectivă, pentru a o deosebi de altele. Uneori aceste litere pot totuși reprezenta și inițialele numelui și prenumelui operatorului.

Stațiile colective ale radiocluburilor din țara noastră, din U.R.S.S. și alte țări socialiste au, în general, după cifra districtului un grup de trei litere, din care prima este K. De exemplu: YO3 KAA reprezintă indicativul stației radioclubului București.

Prin combinații de patru pînă la cinci litere și cifre se pot diferenția stațiile de radioamatori de pe tot globul, chiar dacă numărul lor este de ordinul mai multor sute de mii.

Stațiile de radioamatori portabile au indicativele de apel barate cu o linie de fracție urmată de litera P (portabil). Exemplu: YO8AEU/P. Cele operînd pe bordul unui avion sau vapor au după linia de fracție literele MM (maritim mobilă) sau AM — aerian mobilă (de exemplu: YO4WV/MM sau W3AQL/AM).

LISTA PREFIXELOR STAȚIILOR DE RADIOAMATORI

Prefixul de radioamator	Țara	Conti-nent	Lista DXCC	Zona „CQ"	Zona I.T.U.
A2	Botswana	AF	DXCC	38	57
A3	Tonga	OC	DXCC	32	62
A4	Oman	AS	DXCC	21	39
A5	Bhutan	AS	DXCC	22	41
A6	Emiratele Arabe Unite	AS	DXCC	21	39
A7	Qatar	AS	DXCC	21	39
A9	Bahrain	AS	DXCC	21	39
AA-AC	vezi W	NA	—	—	—
AC3	Sikkim pînă în 1973 acum VU	—	—	—	—
AC5	Bhutan pînă în 1973 acum A5	—	—	—	—
AD-AG	vezi W	—	—	—	—
AI-AL	vezi W	—	—	—	—
AL7	vezi KL7	—	—	—	—
AP	Pakistan	AS	DXCC	21	41
BF-BU	Republica Populară Chineză	AS	DXCC	23, 24	42, 43, 44, 33
BV	Taivan	AS	DXCC	24	44
C2	Nauru	OC	DXCC	31	65
C3	Andorra	EU	DXCC	14	27
C4	vezi 5B	—	—	—	—
C5	Gambia	AF	DXCC	35	46
C6	Bahamas	NA	DXCC	8	11
C9	Mozambic	AF	DXCC	37	53
CE	Chile	SA	DXCC	12	14(CE1-5) 16(CE6-8)
CE9AA-AM	Baze chiliene în Antarctica	SA	Vezi nota A	13	73

Prefixul de radioamator	Ţara	Conti-nent	Lista DXCC	Zona „CQ"	Zona I.T.U.
CE0AN-AZ	Baze chiliene în Insula Shetland	SA	vezi nota B	13	73
CE∅A	Insula Easter	SA	DXCC	12	63
CE∅X	San Felix şi San Ambrosio	SA	DXCC	12	14
CE∅Z	Insula Juan Fernandez	SA	DXCC	12	14
CF-CK	vezi VE, VO	—	—	—	—
CM-CO	Cuba	NA	DXCC	8	11
CN	Maroc	AF	DXCC	33	37
CP	Bolivia	SA	DXCC	10	12,14
CR3	Guineea-Bissau	AF	DXCC	35	46
CR4	vezi D4	—	—	—	—
CR5	vezi S9	—	—	—	—
CR6	vezi D2	—	—	—	—
CR7	vezi C9	—	—	—	—
CR8	Timor Portughez acum YB-YD	—	—	—	—
CR9	Macao	AS	DXCC	24	44
CT1, CT4	Portugalia	EU	DXCC	14	37
CT2	Insulele Azore	EU	DXCC	14	36
CT3	Insulele Madeira	AF	DXCC	33	36
CX	Uruguay	SA	DXCC	13	14
D2	Angola	AF	DXCC	36	52
D4	Insulele Capului Verde	AF	DXCC	35	46
D6	Insulele Canare	AF	DXCC	39	53
DA-DD, DF, DJ-DL	Republica Federală Germania	EU	DXCC	14	28
DM	Republica Democrată Germană	EU	DXCC	14	28
DU	Filipine	OC	DXCC	27	50
EA	Spania	EU	DXCC	14	37

Prefixul de radioamator	Ţara	Conti-nent	Lista DXCC	Zona „CQ"	Zona I.T.U.
EA6	Insulele Baleare	EU	DXCC	14	37
EA8	Insulele Canare	AF	DXCC	33	36
EA9	Ceuta şi Melilla, Sahara Spaniolă	AF	DXCC	33	37
EI	Irlanda	EU	DXCC	14	27
ED, EK, EM, EU	Vezi UA-UZ U.R.S.S.	—	—	—	—
EL	Liberia	AF	DXCC	35	46
EP	Iran	AS	DXCC	21	40
ET	Etiopia	AF	DXCC	37	48
F	Franţa	EU	DXCC	14	27
FB8W	Insula Crozet	AF	DXCC	39	68
FB8X	Insula Kerguelen	AF	DXCC	39	68
FB8Y	Baze franceze în Antarctica	SA	vezi nota A	13	70
FB8Z	Insulele Amsterdam şi St. Paul	AF	DXCC	39	68
FC	Insula Corsica	EU	DXCC	15	28
FG	Insula Guadelupa	NA	DXCC	8	11
FH	Insula Mayotte	AF	DXCC	39	53
FK	Insula Noua Caledonie	OC	DXCC	32	56
FL	vezi J2	—	—	—	—
FL . . . /A	Abu Ail şi Jabel-al-Tair	AS	DXCC	21	39
FM	Martinica	NA	DXCC	8	11
FO	Polinezia Franceză	DC	DXCC	31,32	63
FO8X	Insula Cliperton	NA	DXCC	7	10
FP	St. Pierre şi Miquelon	NA	DXCC	5	9
FR	Insula Réunion	AF	DXCC	39	53
FR . . . /B	Bassas din India	AF	FR . . . /J	39	53
FR . . . /E	Insula Europa	AF	PR . . . /J	39	53

Prefixul de radioamator	Țara	Conti-nent	Lista DXCC	Zona „CQ"	Zona I.T.U.
FR.../G	Insula Glorieuses	AF	DXCC	39	53
FR.../J	Juan de Nova	AF	DXCC	39	53
FR.../T	Insula Tromelin	AF	DXCC	39	53
FS	Insula St. Martin	NA	DXCC	8	11
FW	Insulele Wallis și Futuna	OC	DXCC	32	52
FY	Guyana franceză	SA	DXCC	9	12
G	Anglia	EU	DXCC	14	27
GC	vezi GJ și GU	—	—	—	—
GD, GT	Insula Man	EU	DXCC	14	27
GI	Irlanda de Nord	EU	DXCC	14	27
GJ	Insula Jersey	EU	DXCC	14	27
GM	Scoția	EU	DXCC	14	27
GU	Guernsey și Dependencies	EU	DXCC	14	27
GW	Wales	EU	DXCC	14	27
H4	Insula Solomon	OC	DXCC	28	51
H5	Botswana	AF	(ZS)	38	57
H6, H7	vezi YN	—	—	—	—
HA, HG	Ungaria	EU	DXCC	15	28
HB	Elveția	EU	DXCC	14	28
HB∅	Lichtenstein	EU	DXCC	14	28
HC, HD	Ecuador	SA	DXCC	10	12
HC8, HD8	Insulele Galapagos	SA	DXCC	10	12
HF∅POL	Bază poloneză Insula Shetland	SA	vezi nota D	13	73
HH	Haiti	NA	DXCC	8	11
HI	Republica Dominicană	NA	DXCC	8	11
HK	Columbia	SA	DXCC	9	12
HK∅	Bajo Nuevo	NA	DXCC	8	11

Prefixul de radioamator	Ţara	Conti-nent	Lista DXCC	Zona „CQ"	Zona I.T.U.
HKØ	Malpelo	SA	DXCC	9	12
HKØ	San Andres şi Providencia	NA	DXCC	7	11
HKØ	Serrana Bank	NA	DXCC	7	11
HL, HM	Coreea de Sud	AS	DXCC	25	44
HP	Panama	NA	DXCC	7	11
HR, HQ	Honduras	NA	DXCC	7	11
HS	Thailanda	AS	DXCC	25	44
HT	vezi YN	—	—	—	—
HU	vezi YS	—	—	—	—
HV	Vatican	EU	DXCC	15	28
HW	vezi F	—	—	—	—
HZ	Arabia Saudită	AS	DXCC	21	39
I, II, IK, IP-IR, IW, IY, IZ	Italia	EU	DXCC	15	28
IA5	Arhipelagul Tuscan	EU	Italia	15	28
IBØ	Insula Ponziane	EU	Italia	15	28
IC8	Insula Napoli	EU	Italia	15	28
ID9	Insula Eolie	EU	Italia	15	28
IE9	Insula Ustica	EU	Italia	15	28
IF9	Insula Egadi	EU	Italia	15	28
IG9	Insula Pelagian	AF	Italia	33	37
IH9	Insula Pantelleria	AF	Italia	33	37
IJ7	Insula Cheradi	EU	Italia	15	28
IL7	Insula Tremiti	EU	Italia	15	28
IMØ	Arhipelagul Maddalena şi insule ale Sardiniei	EU	Sardinia	15	28
IN3	Trentino-Alto Adige	EU	Italia	15	28
ISØ	Sardinia	EU	DXCC	15	28
IT9	Sicilia	EU	Italia	15	28

Prefixul de radioamator	Ţara	Conti-nent	Lista DXCC	Zona „CQ"	Zona I.T.U.
IV3	Friuli-Venezia Giulia	EU	Italia	15	28
IX1	Aosta-Valley	EU	Italia	15	28
J2	Djibouti	AF	DXCC	37	48
J3	Grenada	NA	DXCC	8	11
J4	vezi SV	—	—	—	—
J5	vezi CR3	—	—	—	—
J6	Insula Santa Lucia	NA	DXCC	8	11
J7	Dominica	NA	DXCC	8	11
JA, JE-JL, JR	Japonia	AS	DXCC	25	45
JD	Minami Torishima (Ins. Marcus)	OC	DXCC	27	90
JD	Insula Ogasawara	AS	DXCC	27	45
JT	Mongolia	AS	DXCC	23	32
JW	Insula Svalbard	EU	DXCC	40	18
JX	Insula Jan Mayen	EU	DXCC	40	18
JY	Iordania	AS	DXCC	20	39
K	vezi W	—	—	—	—
KA	vezi JA	—	—	—	—
KB6, KH1	Insulele Baker, Howland şi American Phoenix	OC	DXCC	31	61,62
KC4, WP1, KP1, NP1	Insula Navassa	NA	DXCC	8	11
KC4AA-KC4US	Baze S.U.A. în Antarctica	SA	vezi nota A	13	70-74
KC6	Insulele Caroline de Est	OC	DXCC	27	65
KC6	Insulele Caroline de Vest	OC	DXCC	27	64
KG4	Guantanamo Bay	NA	DXCC	8	11
KG6, KH2, WH2, NH2, AH2	Insula Guam	OC	DXCC	27	64

Prefixul de radioamator	Ţara	Conti-nent	Lista DXCC	Zona „CQ“	Zona I.T.U.
KG6, KH∅, WH∅, NH∅, AH∅	Insulele Mariane	OC	DXCC	27	64
KG6R	Insula Kato	OC	Mariane	27	64
KG6S	Insula Saipan	OC	„	27	64
KH6, WH6, NH6, AH6,	Insulele Hawaii	OC	DXCC	31	61
KH7, WH7, NH7, AH7	Insulele Küre	OC	DXCC	31	61
KJ6, KH3, WH3, NH3, AH3	Insula Johnston	OC	DXCC	31	61
KL7, WL7, NL7, AL7	Alaska	NA	DXCC	1	1
KM6, KH4, WH4, NH4, AH4	Insula Midway	OC	DXCC	31	61
KP3, WP3, NP3	Serrana Bank	NA	DXCC	7	11
KP4, WP4, NP4	Puerto Rico	NA	DXCC	8	11
KP6, WH5, KH5, NH5	Insulele Jarvis şi Palmira	OC	DXCC	31	61,62
KH5K	Kingam Reef	OC	DXCC	31	61
KS6, KH8, WH8, NH8, AH 8	Samoa americană	OC	DXCC	32	62
KV4, KP2, WP2, NP2	Insulele Virgine	NA	DXCC	8	11
KW6, KH9, WH9, NH9, AH9	Insula Wake	OC	DXCC	31	65
KX6	Insula Marshall	OC	DXCC	31	65
KZ5	Zona Canalului Panama	NA	DXCC	7	11
LA-LJ	Norvegia	EU	DXCC	14	18
LU	Argentina	SA	DXCC	13	14,16

Prefixul de radioamator	Ţara	Continent	Lista DXCC	Zona „CQ"	Zona I.T.U.
LU-Z	Baze argentiniene în Antarctica	SA	vezi notele A, B, C, D	13	73
LX	Luxemburg	EU	DXCC	14	27
LZ	Bulgaria	EU	DXCC	20	28
M1	vezi 9A San Marino	—	—	—	—
MP4B	vezi A9	—	—	—	—
MP4M	vezi A4	—	—	—	—
MP4Q	vezi A7	—	—	—	—
MP4T	vezi A6	—	—	—	—
N, NA-NG, NI-NL, NM-NO, NQ-NZ	vezi W	—	—	—	—
OA-OC	Peru	SA	DXCC	10	12
OD	Liban	AS	DXCC	20	39
OE	Austria	EU	DXCC	15	28
OH, OF, OG	Finlanda	EU	DXCC	15	18
OHØ, OFØ	Insula Aland	EU	DXCC	15	18
OHØM, OJØ	Market Reef	EU	DXCC	15	18
OK-OL	Cehoslovacia	EU	DXCC	15	28
ON	Belgia	EU	DXCC	14	27
OR	Baze belgiene în Antarctica	SA	vezi nota A	13	67
OX	Groenlanda	NA	DXCC	40	5
OY	Insulele Faröer	EU	DXCC	14	18
OZ	Danemarca	EU	DXCC	14	18
P2	Papua-Noua Guinee	OC	DXCC	28	51
P3	vezi 5B	—	—	—	—
P4	vezi PJ1	—	—	—	—

Prefixul de radioamator	Țara	Conti-nent	Lista DXCC	Zona „CQ"	Zona I.T.U.
P5	Republica Populară Democrată Coreeană	AS	(HL-HM)	25	44
PA, PD-PE, PI	Olanda	EU	DXCC	14	27
PJ1, 2, 3, 4, 9	Antilele olandeze	SA	DXCC	9	11
PJ5, 6, 7, 8	Insula Saint Maarten	NA	DXCC	8	11
PY, PP, PQ-PW	Brazilia	SA	DXCC	11	13, 15
PY∅	Insula Fernanda de Noronha	SA	DXCC	11	13
PY∅	St. Peter și St. Paul Rocks	SA	DXCC	11	13
PY∅	Insulele Trinidad și Martin Vaz	SA	DXCC	11	15
PX	vezi C3	—	—	—	—
PZ	Surinam	SA	DXCC	9	12
RA-RR	vezi UA-UR	—	—	—	—
S2	Bangladesh	AS	DXCC	22	41
S7	Insulele Seychelles	AF	DXCC	39	53
S8	Transkei	AF	(ZS)	38	57
S9	Sao Tomé și Principe	AF	DXCC	36	47
SK-SM, SJ	Suedia	EU	DXCC	14	18
SP, SQ	Polonia	EU	DXCC	15	28
ST	Sudan	AF	DXCC	34	48
ST∅	Sud Sudan	AF	DXCC	34	48
SU	Egipt	AF	DXCC	34	38
SV	Grecia	EU	DXCC	20	28
SV5	Insulele Dodecanez (Rhodos)	EU	DXCC	20	28
SV9	Insula Creta	EU	DXCC	20	28
SV	Muntele Athos	EU	DXCC	20	28

Prefixul de radioamator	Ţara	Conti-nent	Lista DXCC	Zona „CQ"	Zona I.T.U.
T2	Tuvalu	OC	DXCC	31	65
TA, TC	Turcia	AS	DXCC	20	39
TF	Islanda	EU	DXCC	40	17
TG, TD	Guatemala	NA	DXCC	7	11
TI, TE	Costa Rica	NA	DXCC	7	11
TI9	Insula Cocos	NA	DXCC	7	12
TJ	Camerun	AF	DXCC	36	47
TL	Republica Centrafricană	AF	DXCC	36	47
TN	Congo	AF	DXCC	36	52
TR	Gabon	AF	DXCC	36	52
TT	Ciad	AF	DXCC	36	47
TU	Coasta de Fildeş	AF	DXCC	35	46
TY	Benin	AF	DXCC	35	46
TZ	Mali	AF	DXCC	35	46
UA1, 3, 4, 6	S.F.R.S. Partea Europeană	EU	DXCC	16	19, 20, 29, 30
UA9, UAØ	S.F.R.S. Partea Asiatică	AS	DXCC	17, 18 19, 23	20, 21, 22, 23, 24, 25, 30, 31
UA1	Ţara Franz-Josef	EU	DXCC	40	75
UA2	Kaliningradsk	EU	DXCC	15	29
UB, UT, UY	R.S.S. Ucraineană	EU	DXCC	16	29
UC	R.S.S. Bielorusă	EU	DXCC	16	29
UD	R.S.S. Azerbaidjană	AS	DXCC	21	29
UF	R.S.S. Gruzină	AS	DXCC	21	29
UG	R.S.S. Armeană	AS	DXCC	21	29
UH	R.S.S. Turkmenă	AS	DXCC	17	30
UI	R.S.S. Uzbecă	AS	DXCC	17	30
UJ	R.S.S. Tadjikă	AS	DXCC	17	42
UK1	vezi UA1	—	—	—	—

Prefixul de radioamator	Ţara	Conti-nent	Lista DXCC	Zona „CQ"	Zona I.T.U.
UK2A, C, I, L, O, S	vezi UC	—	—	—	—
UK2B, P	vezi UP	—	—	—	—
UK2F	vezi UA2	—	—	—	—
UK2G, Q	vezi UQ	—	—	—	—
UK2R, T	vezi UR	—	—	—	—
UK3	vezi UA3	—	—	—	—
UK4	vezi UA4	—	—	—	—
UK5	vezi UB	—	—	—	—
UK50	vezi UO	—	—	—	—
UK6A, E, H, I, J, L, P, U, W, X, Y	vezi UA6	—	—	—	—
UK6, C, D, K	vezi UD	—	—	—	—
UK6F, O, Q, V	vezi UF	—	—	—	—
UK7	vezi UL	—	—	—	—
UK8A, C, F, G, I, L, O, T, U, V, Z	vezi UI	—	—	—	—
UK8B, E, H, W, Y	vezi UH	—	—	—	—
UK8J, K, R, S, X	vezi UJ	—	—	—	—
UK8M, N	vezi UM	—	—	—	—
UK9	vezi UA9	—	—	—	—
UK∅	vezi UA∅	—	—	—	—
UL	R.S.S. Kazahă	AS	DXCC	17	30
UM	R.S.S. Kirghiză	AS	DXCC	17	42
UN	R.S.S.A. Karelă	EU	DXCC	16	19
UO	R.S.S. Moldovenească	EU	DXCC	16	29
UP	R.S.S. Lituaniană	EU	DXCC	15	29

Prefixul de radioamator	Ţara	Conti-nent	Lista DXCC	Zona „CQ"	Zona I.T.U.
UPOL	Baze sovietice în Antarctica	SA	Vezi nota A	13	67
UQ	R.S.S. Letonă	EU	DXCC	15	29
UR	R.S.S. Estonă	EU	DXCC	15	29
UV, UW, UZ	vezi UA	—	—	—	—
VE, VA, VD VX, VY	Canada	NA	DXCC	2, 3, 4, 5	2, 3, 4, 9, 75
VE(VX9A)	Insula Sable	NA	DXCC	5	9
VE(VYØA)	Insula St. Paul	NA	DXCC	5	9
VE Ø	Staţiuni canadiene MM	—	—	—	—
VK	Australia	OC	DXCC	29, 30	55, 58, 59, 60
VK2---/LH	Insula Lord Howe	OC	DXCC	30	60
VK9	Noua Guinee pînă în 1974 — actual P2	—	—	—	—
VK9J, N, R	Insula Norfolk	OC	DXCC	32	60
VK9X	Insula Christmas	OC	DXCC	29	54
VK9Y	Insula Cocos-Keeling	OC	DXCC	29	54
VK9Z	Mellish Reef	OC	DXCC	30	56
VK9Z	Insula Willis	OC	DXCC	30	55
VKØ	Insula Heard	AF	DXCC	39	68
VKØ	Insula Macquarie	OC	DXCC	30	60
VKØ	Baze australiene în Antarctica	SA	vezi nota A	13	9, 69, 70
VO1	Newfoundland	NA	Canada	5	9
VO2	Labrador	NA	Canada	2	9
VP1	Belize (Honduras Britanic)	NA	DXCC	7	11
VP2A	Antiqua şi Barbuda	NA	DXCC	8	11
VP2D	Dominica, vezi J7	—	—	—	—
VP2E	Anguilla	NA	DXCC	8	11

Prefixul de radioamator	Țara	Conti-nent	Lista DXCC	Zona „CQ"	Zona I.T.U.
VP2G	vezi J3	—	—	—	—
VP2K	St. Kitts, Nevis	NA	DXCC	8	11
VP2L	vezi J6	—	—	—	—
VP2M	Montserrat	NA	DXCC	8	11
VP2S	St. Vincent	NA	DXCC	8	11
VP2V	Insulele Virgine britanice	NA	DXCC	8	11
VP5	Insulele Turks și Caicos	NA	DXCC	8	11
VP7	vezi C6	—	—	—	—
VP8	Insula Falkland	SA	DXCC	13	16
VP8	Georgia de Sud	SA	DXCC	13	73
VP8	Baze engleze în Antarctica	SA	vezi nota A, B, C, D	13	73
VP9	Bermuda	NA	DXCC	5	11
VQ9; VQ9---/C	Insula Chagas	AF	DXCC	39	41
VQ9	Insulele Seychelles acum S7	—	—	—	—
VQ9---/A	desființat, acum parte din S7	—	—	—	—
VQ9---/A	Insula Desroches, acum S7	—	—	—	—
VQ9---/D	Insula Desroches acum S7	—	—	—	—
VQ9---/F	Insula Farquhar acum S7	—	—	—	—
VR1A	Insulele Gilbert și Ocean	OC	DXCC	31	65
VR1P	Insulele Phoënix britanic	OC	DXCC	31	62
VR2	vezi 3D2	—	—	—	—
VR3	Insula Northern Line	—	DXCC	31	61
VR4	vezi H4	—	—	—	—
VR5	vezi A3	—	—	—	—
VR6	Insula Pitcairn	OC	DXCC	32	63

Prefixul de radioamator	Ţara	Conti-nent	Lista DXCC	Zona „CQ"	Zona I.T.U.
VR7	Insulele Central şi Southern Line	OC	DXCC	31	63
VR8	vezi T2	—	—	—	—
VS5	Brunei	OC	DXCC	28	54
VS6	Hong-Kong	AS	DXCC	24	44
VS9	vezi 8Q	—	—	—	—
VU	India	AS	DXCC	22	41
VU7	Insulele Andaman şi Nicobar	AS	DXCC	26	49
VY1	Yukon	NA	Canada	1	2
W	S.U.A.	NA	DXCC	3, 4, 5	6, 7, 8
WS6	vezi KS6	—	—	—	—
WV4	vezi KV4	—	—	—	—
WW6	vezi KW6	—	—	—	—
XE-XI	Mexico	NA	DXCC	6	10
XF4	Insula Revilla Gigedo	NA	DXCC	6	10
XN, XO	vezi VE, VO	—	—	—	—
XP	vezi OX	—	—	—	—
XT	Volta superioară	AF	DXCC	35	46
XU	Campuchia (Republica Khmeră)	AS	DXCC	26	49
XV	Republica Democrată Vietnam	AS	DXCC	26	49
XW	Laos	AS	DXCC	26	49
XZ	Birmania	AS	DXCC	26	49
YA	Afghanistan	AS	DXCC	21	40
YB-YD	Indonezia	OC	DXCC	28	51, 54
YI	Irak	AS	DXCC	21	39
YJ	Noile Hebride	OC	DXCC	32	56
YK	Siria	AS	DXCC	20	39
YM	vezi TA	—	—	—	—

Prefixul de radioamator	Ţara	Continent	Lista DXCC	Zona „CQ“	Zona I.T.U.
YN	Nicaragua	NA	DXCC	7	11
YO	Republica Socialistă România	EU	DXCC	20	28
YS	El Salvador	NA	DXCC	7	11
YU, YZ	Iugoslavia	EU	DXCC	15	28
YV, YW, YY	Venezuela	SA	DXCC	9	12
YVØ	Insula Aves	NA	DXCC	8	11
ZA	Albania	EU	DXCC	15	28
ZB	Gibraltar	EU	DXCC	14	37
ZC	vezi 5B	—	—	—	—
ZD3	vezi C5	—	—	—	—
ZD5	vezi 3 D6	—	—	—	—
ZD7	Insula Sfînta Elena	AF	DXCC	36	66
ZD8	Insula Ascension	AF	DXCC	36	66
ZD9B	Tristan da Cunha	AF	DXCC	38	66
ZD9G	Insula Gough	AF	(ZD9B)	38	66
ZE	Rhodezia	AF	DXCC	38	53
ZF	Insula Cayman	NA	DXCC	8	11
ZK1	Insula Cook	OC	DXCC	32	63
ZK1	Insula Nord Cook (Manihiki)	OC	DXCC	32	62
ZK2	Niue	OC	DXCC	32	62
ZL, ZK-ZM	Noua Zeelandă	OC	DXCC	32	60
ZL---/A	Insulele Auckland şi Campbell	OC	DXCC	32	60
ZL---/C	Insula Chatham	OC	DXCC	32	60
ZL---/K	Insula Kermadec	OC	DXCC	32	60
ZL5	Baze neozeelandeze în Antarctica	SA	vezi nota A	13	71

Prefixul de radioamator	Ţara	Conti-nent	Lista DXCC	Zona „CQ“	Zona I.T.U.
ZM7	Insula Tokelau	OC	DXCC	31	62
ZP	Paraguay	SA	DXCC	11	14
ZR	vezi Z5	—	—	—	—
ZR3	vezi ZS3	—	—	—	—
ZS	Republica Africa de Sud	AF	DXCC	38	57
ZS1ANT	Baze sudafricane în Antarctica	SA	vezi nota A	13	67
ZS2MI	Insulele Prinţ Eduard şi Marion	AF	DXCC	38	57
ZS3	Africa de Sud-Vest	AF	DXCC	38	57
1S	Arhipelagul Spratly	AS	DXCC	26	50
3A	Monaco	EU	DXCC	14	27
3B6	Insula Agalega	AF	DXCC	39	53
3B7	Carcados Carjos (St. Brandon)	AF	(3B6)	39	53
3B8	Insula Mauriţius	AF	DXCC	39	53
3B9	Insula Rodriguez	AF	DXCC	39	53
3C	Guineea Ecuatorială	AF	DXCC	36	47
3C	Insula Annobon	AF	DXCC	36	52
3D2	Insula Fiji	OC	DXCC	32	56
3D6	Swaziland	AF	DXCC	38	57
3E-3F	vezi HP	—	—	—	—
3G	vezi CE	—	—	—	—
3V	Tunisia	AF	DXCC	33	37
3X	Republica Guineea	AF	DXCC	35	46
3Y	Insula Bouvet	AF	DXCC	38	67
3Y	Baze norvegiene în Antarctica	SA	vezi nota A	13	67
3Z	vezi SP	—	—	—	—
4A-4C, 4L	vezi XE	—	—	—	—

Prefixul de radioamator	Ţara	Conti-nent	Lista DXCC	Zona „CQ"	Zona I.T.U.
4D	vezi DU	—	—	—	—
4J-4K	vezi UA-UZ	—	—	—	—
4K1	Baze U.R.S.S. în Antarctica	SA	vezi nota A	13	67, 69, 70
4K1	Baze U.R.S.S. în Insula S. Shetland	SA	vezi nota D	13	73
4M	vezi YV	—	—	—	—
4N-4O	vezi YU	—	—	—	—
4S	Sri Lanka (Ceylon)	AS	DXCC	22	41
4T	vezi OA	—	—	—	—
4U	Staţiuni ale Naţiunilor Unite		vezi nota E		
4U1ITU	Naţiunile Unite Geneva	EU	DXCC	14	28
4U1UN	Naţiunile Unite New York	NA	DXCC	5	8
4V	vezi HH	—	—	—	—
4W	Republica Arabă Yemen	AS	DXCC	21	39
4X	Israel	AS	DXCC	20	39
4Z	vezi 4X	—	—	—	—
5A	Libia	AF	DXCC	34	38
5B	Cipru	AS	DXCC	20	39
5C	vezi CN	—	—	—	—
5H	Tanzania	AF	DXCC	37	53
5J-5K	vezi HK	—	—	—	—
5L	vezi EL	—	—	—	—
5N	Nigeria	AF	DXCC	35	46
5P, 5Q	Vezi OZ	—	—	—	—
5R	Madagascar	AF	DXCC	39	53
5T	Mauritania	AF	DXCC	35	46
5U	Niger	AF	DXCC	35	46
5V	Togo	AF	DXCC	35	46

Prefixul de radioamator	Țara	Conti-nent	Lista DXCC	Zona „CQ"	Zona I.T.U.
5W	Samoa de Vest	OC	DXCC	32	62
5X	Uganda	AF	DXCC	37	48
5Z, 5Y	Kenya	AF	DXCC	37	48
6D-6J	vezi XE	—	—	—	—
6D4	vezi XF4	—	—	—	—
6Q	Somalia	AF	DXCC	37	48
6P-6S	vezi AP	—	—	—	—
6T-6U	vezi ST	—	—	—	—
6V, 6W	Senegal	AF	DXCC	35	46
6Y	Jamaica	NA	DXCC	8	11
7J	Okino Torishima	OC	DXCC	27	64
7O	Republica Democratică populară a Yemenului	AS	DXCC	21	39
7O	Insula Kamaran	AS	DXCC	21	39
7O	Insula Socotra	AF	(Yemen)	37	48
7P	Lesotho	AF	DXCC	38	57
7Q	Malawi	AF	DXCC	37	53
7S	vezi SM	—	—	—	—
7X, 7W	Algeria	AF	DXCC	33	37
7Z	vezi HZ	—	—	—	—
8J	vezi JA	—	—	—	—
8J	Baze japoneze în Antarctica	SA	vezi nota A	13	67
8O	vezi A2	—	—	—	—
8P	Barbados	NA	DXCC	8	11
8Q	Maldive	AS	DXCC	22	41
8R	Gujana	SA	DXCC	9	12
8S	vezi SM	—	—	—	—
8Z4	Irak (zona neutrală sud)	AS	DXCC	21	39
9A	San Marino	EU	DXCC	15	28

Prefixul de radioamator	Ţara	Conti-nent	Lista DXCC	Zona „CQ"	Zona I.T.U.
9C, 9D	vezi EP	—	—	—	—
9E, 9F	vezi ET	—	—	—	—
9G	Ghana	AF	DXCC	35	46
9H	Malta	EU	DXCC	15	28
9J, 9i	Zambia	AF	DXCC	36	53
9K	Kuweit	AS	DXCC	21	39
9L	Sierra Leone	AF	DXCC	35	46
9M2	West Malaesia	AS	DXCC	28	54
9M6	Sabah (Est Malaesia)	OC	(9M8)	28	54
9M8	Sarawak (Est Malaesia)	OC	DXCC	28	54
9N	Nepal	AS	DXCC	22	42
9Q	Zair	AF	DXCC	36	52
9U	Burundi	AF	DXCC	36	52
9V	Singapore	AS	DXCC	28	54
9X	Ruanda	AF	DXCC	36	52
9Y, 9Z	Trinidad-Tobago	SA	DXCC	9	11

Note :

— *Prescurtări continente :*

EU — Europa; AS — Asia; Af — Africa; Na — Nord America; SA — Sud America; OC — Oceania.

A — Antarctica. Toate bazele (CE9, FB8, KC4, LU, VP8) contează o singură ţară DXCC.

B — Insula Orkney-Sud Idem

C — Insula Sud Sandwich Idem

D — Insula Sud Shetland Idem

E — Naţiunile Unite — Toate staţiunile Naţiunilor Unite (cu excepţia staţiunilor 4UliTU, 4U2ITU, 4UIUN) contează pentru ţara unde lucrează.

Staţiile de radioamator ce lucrează temporar într-un alt district al ţării sau în altă ţară au indicativul barat cu o linie de fracţie urmată de cifra districtului sau prefixul de naţionalitate al ţării unde lucrează temporar. Exemplu: (DL7AS/3 sau W5WW/KG6).

Indicativele stațiilor de recepție sînt formate din prefixul de naționalitate urmat de cifra districtului și apoi de un număr de ordine, cu una pînă la șase cifre. De exemplu: YO7—6 019 reprezintă o stație de recepție din România, în districtul 7, iar UB5—10123 o stație de recepție din R.S.S. Ucraina.

Interesant este să știm că țară diferită în limbajul radioamatorilor nu reprezintă același lucru din punct de vedere al limitelor teritoriale. Sînt regiuni sau insule care aparțin aceleiași țări și contează totuși ca „țara separată" pentru radioamatori (EA8 — Insulele Canare, deși fac parte din Spania, contează totuși ca țară separată; OHØ — insulele Aaland din Finlanda, GM — Scoția din Anglia etc.). În prezent există pe glob un număr de peste 320 prefixe de naționalitate sau țări diferite.

Reguli elementare ale traficului de radioamator

Așezarea elementelor componente ale stației este necesar să fie făcută astfel ca să permită efectuarea traficului în condiții cît mai bune și cît mai operativ.

Radioreceptorul va fi așezat pe o masă de circa 80 cm înălțime și cu o latură de aproximativ 40 cm. Comanda butonului de acord se va face cu mîna stîngă, pentru ca mîna dreaptă să fie liberă pentru scris. Undametrul va fi plasat la dreapta receptorului, iar monitorul la stînga. Un comutator bipolar ne va permite branșarea căștilor sau a difuzorului fie pe radioreceptor, fie la monitor. Eventualul frecvențmetru va fi așezat pe o plăcuță fixată direct pe perete la adăpost de orice șoc. În fața radioreceptorului se va găsi caietul de stație, lista prefixelor, a radioamatorilor, un creion etc.

Radioemițătorul, după mărimea sa, va fi așezat fie pe aceeași masă cu radioreceptorul, dar nu imediat lîngă acesta (pentru a evita unele influențe directe prin alimentarea comună) sau pe un suport special. Manipulatorul și microfonul vor fi așezate pe masă în partea dreaptă. Comenzile pentru alimentarea radioemițătorului și radioreceptorului vor fi plasate la stînga pe masă sau pe marginea exterioară, în raza de acțiune a mîinii stîngi. Un prim întreruptor va comanda alimentarea filamentelor pentru toate tuburile și a tuburilor redresoare. Un alt întreruptor bipolar va comanda pe de o parte înalta tensiune din radioemițător, pe de alta înalta tensiune din radioreceptor, și în plus un releu schimbător de antene, dacă este cazul.

Această așezare ne va permite trecerea imediată de la emisie la recepție, putînd face întreruperi frecvente în **cursul legăturii** și obține răspunsuri pe loc (lucrul în B.K., „break-in").

Înainte de a lansa apel este necesar să ascultăm cîteva minute banda respectivă. Este inutil să lansăm apel general dacă în bandă nu auzim nici o stație, propagarea este defectuoasă sau paraziții locali acoperă toate semnalele. În plus, în acest fel ne vom putea orienta asupra zonelor și țărilor cu care putem lucra.

Forme de apel. Parcurgînd gama aleasă pentru trafic (alegerea ei fiind în funcție de distanța dorită, oră și anotimp), vom identifica stații de radioamator lansînd fie în telegrafie, fie în telefonie clasicul „CQ" sau „Test de" urmat de indicativul stației. În telefonie vom întîlni „Calling CQ" sau „Calling test de".

În cazul cînd apelul este „CQ DX de ..." sau „Calling DX de ..." el se adresează numai stațiilor îndepărtate, de obicei din alte continente. Uneori apelul este însoțit de numele unei țări sau regiuni ceea ce indică preferința legăturilor cu această țară sau zonă.

Metode de lucru în telegrafie. Apelul unei stații este format din :

Indicativul stației chemate, repetat de 3 ori, urmat de cuvîntul DE și apoi de indicativul stației proprii, de exemplu : YO3KAA, YO3KAA, YO3KAA DE YO3DZ, YO3DZ, YO3DZ.

În cazul unor condiții de lucru mai dificile indicativele pot fi repetate de mai multe ori.

Apelul poate fi repetat de trei ori la intervale de 2 minute unul de altul și în caz de nereușită poate fi repetat peste 10—15 minute, dar numai după ce ne-am asigurat că stația respectivă nu este în legătură cu altă stație.

Putem lansa la rîndul nostru „apel general" în banda aleasă pentru lucru. Apelul va cuprinde :

CQ de 3 ori sau mai mult, urmat de cuvîntul DE și indicativul stației noastre de 3 ori sau mai mult.

Exemplu : CQ CQ CQ DE YO3DZ, YO3DZ, YO3DZ.

Răspunsul la apel este constituit din : de trei ori, sau mai mult, indicativul stației care a chemat, cuvîntul DE, de trei ori indicativul stației proprii, apoi litera K ce constituie o invitație de a transmite pentru stația care a chemat. Dacă stația chemată nu este în măsură să recepționeze mesajul imediat, răspunde la apel ca mai sus, dar înlocuiește litera K prin grupul AS (așteaptă),

urmat eventual o cifră care indică numărul minutelor de aşteptare.

Dacă o staţie recepţionează un apel, fără a fi sigură că i-a fost destinat, nu va răspunde decît după ce apelul a fost repetat.

Dacă în schimb o staţie recepţionează apelul care îi este destinat, dar nu este sigură de indicativul staţiei ce o cheamă, ea va răspunde utilizînd abreviaţia „QRZ".

Sfîrşitul legăturii este indicat prin grupul SK.

Metode de lucru în telefonie. Regulile arătate mai sus pentru lucrul în telegrafie se aplică şi aici, indicativele fiind însă anunţate utilizînd alfabetul fonic.

Forma de apel conţine: de 3 ori indicativul staţiei apelate, cuvîntul *aici* (în limba în care vorbeşte corespondentul) şi de 3 ori indicativul staţiei care cheamă. De exemplu:

Golf, three alfa, alfa,... here, Yankee, Oscar, three, Delta Zoulou . . . Please K.

Apelul general este format din: „Apel general" în limba respectivă de 3 ori (în engleză Calling CQ), urmat de cuvîntul „aici" (în limba respectivă) şi indicativul staţiei ce lansează apel, de 3 ori.

Răspunsul la un apel va conţine indicativul staţiei ce a lansat apel, de 3 ori, urmat de cuvîntul aici (în engleză *here*), indicativul staţiei care răspunde, de trei ori, urmat de expresia „Transmiteţi vă rog" în limba respectivă.

Sfîrşitul unei legături este marcat de abreviaţia SK sau, în telefonie, de cuvîntul „terminat" în limba respectivă, uneori însoţit în telegrafie de abreviaţia CL, care înseamnă închiderea staţiei.

Recomandări generale. Un bun operator începe prin a asculta cu atenţie banda aleasă de la un cap la altul şi dacă aude o staţie interesantă o cheamă sau lansează apel general în funcţie de propagare şi bandă.

În cursul apelului nu trebuie lansate serii interminabile de „CQ" sau de „Allo" înainte de a transmite indicativul, acesta fiind un procedeu exasperant pentru corespondent, care de multe ori renunţă a mai asculta staţia respectivă.

De asemenea, cînd răspundem unei staţii care a lansat apel general, trebuie evitată repetarea de mai mult de 3 ori la rînd

a indicativului acestei stații, înainte de a-l transmite pe al nostru, pentru a nu obliga corespondentul să rămînă prea mult timp pe recepția stației noastre, ceea ce nu îi va permite să asculte rapid toate stațiile care îl cheamă.

În cursul mesajelor și mai ales la început și la sfîrșit trebuie transmis de mai multe ori indicativul propriu. Nu uitați să transmiteți indicativul întreg, inclusiv prefixul de naționalitate, și nu numai cifra și grupul de litere personale.

Vom transmite de două ori fiecare cuvînt numai în cazul comunicațiilor în condiții grele, care impun acest lucru, și numai cu avizul corespondentului.

Pentru a evita cît mai mult interferențe schimbați frecvența cît mai rar.

În cursul apelului, la început și la sfîrșit, este bine să indicăm și banda în care lucrăm, ceea ce va evita eventualele confuzii prin recepția unor armonice ale frecvenței de lucru. Dacă lucrăm pe frecvențe precise (ex. pilotat pe cuarț) putem anunța și frecvența exactă, ceea ce va fi de reală utilitate celor care recepționează.

Dacă mai multe stații de radioamatori ne răspund în același timp este bine să le identificăm pe toate și să le răspundem dîndu-le o ordine numerică pentru legătură.

Trebuie evitat, pe cît posibil, mai ales în telefonie, de a face încercări emițînd cu toată puterea în bandă. Se vor face încercările pe antenă fictivă. În telegrafie evitați „clicsurile" de manipulare (perturbări parazitare ce pot apare în jurul frecvenței de emisie) care deranjează frecvențele vecine. De asemenea, evitați a lucra pe limitele benzii, pentru a evita depășirea lor accidentală.

Codul Q

Pentru a ușura transmiterea diferitelor mesaje, în special la lucru în telegrafie, există coduri internaționale cuprinzînd prescurtări ale unor expresii sau cuvinte.

Radioamatorii folosesc în mod frecvent „codul Q", alcătuit din grupe de trei litere, din care prima literă este Q.

Dacă grupul de litere este urmat de semnul întrebării, el are sens interogativ, cerîndu-se un răspuns stației corespondente. În continuare, dăm o parte din cod.

Prescurtări	Întrebare	Răspuns sau indicație
QRA	Care este localitatea unde se găsește stația dv?	Localitatea unde se găsește stația mea este...
QRG	Care este frecvența mea exactă? (sau a lui...)	Frecvența exactă este...
QRI	Cum este tonul emisiunii mele?	Tonul emisiunii dv. este...
QRK	Care este inteligibilitatea semnalelor mele? (sau semnalelor lui...)	Inteligibilitatea semnalelor dv. este...
QRL	Sînteți ocupat?	Sînt ocupat
QRM	Sînt interferat?	Sînteți interferat
QRN	Sînt deranjat de paraziți atmosferici?	Sînteți deranjat de paraziți atmosferici
QRO	Să măresc puterea?	Măriți puterea
QRP	Să micșorez puterea?	Micșorați puterea
QRQ	Să transmit mai repede?	Transmiteți mai repede (... cuvinte pe minut)
QRS	Să transmit mai rar?	Transmiteți mai rar (... cuvinte pe minut)
QRT	Să întrerup transmiterea?	Întrerupeți transmiterea
QRU	Mai aveți ceva pentru mine?	Nu mai am nimic pentru dv.
QRV	Sînteți gata?	Sînt gata
QRX	Cînd mă veți chema din nou?	Vă voi chema din nou la...
QRZ	Cine mă cheamă?	Sînteți chemat de...
QSB	Variază tăria semnalelor mele?	Tăria semnalelor dv. variază
QSD	Manipulația mea este defectuoasă?	Manipulația dv. este defectuoasă
QSL	Îmi puteți confirma recepția?	Vă voi confirma recepția
QSO	Puteți realiza o legătură?	Pot realiza legătura
QSP	Vreți să retransmiteți lui...?	Voi retransmite lui...
QSY	Să schimbăm frecvența de lucru?	Schimbați frecvența pe...
QTH	Care este poziția dv. geografică?	Poziția mea este...
QTR	Care este ora exactă?	Ora exactă este...

Prescurtări (abrevieri)

Împreună cu codul Q, radioamatorii mai folosesc o serie de prescurtări (abrevieri) care măresc posibilitatea schimbului de informații dintre cei doi corespondenți. Aceste abrevieri nu sînt altceva decît prescurtări ale cuvintelor din limbile mai uzuale (engleză, rusă, franceză, germană), ce dau naștere unor „expresii", noi și curioase ca aspect, dar ușor de transmis în telegrafie. Prescurtările fiind cunoscute pe plan mondial, permit stabilirea de legături între radioamatorii de diferite naționalități, fără a fi

nevoie ca aceştia să cunoască o limbă comună. Pentru traficul în telefonie nu se întrebuinţează decît cîteva din aceste prescurtări, ceea ce înseamnă că radioamatorii trebuie neapărat să cunoască cel puţin una din limbile de uzanţă internaţională atunci cînd doresc să realizeze legături cu alte ţări decît cea proprie.

AA	— totul după
AB	— totul înainte
ABT	— aproximativ, cam
AER, AERIAL	— antenă
AF	— audiofrecvenţă
AIR MAIL	— poştă aeriană
AM	— înainte le amiază
AMP	— amper
ANI, ANY	— orice, oricare
AR	— sfîrşitul mesajului
AS	— aşteptaţi
BAND	— bandă
BD, BAD	— rău, rea
BEAM	— rază (antenă direcţională)
BI, BY	— prin, de (către)
BK	— întrerupe
BOX (P.O. BOX)	— cutie (căsuţă poştală)
BUG	— manipulator semiautomat
BUT	— dar, însă
CALL	— chemare, indicativ
CC	— cristal control
CHEERIO	— salutare
CL	— închid staţia
CLD	— chemat
CLG	— chemînd
CO	— oscilator cu cristal
CONDS, CONDX	— condiţii de propagare
CQ	— apel general
CQ DX	— apel general pentru staţii depărtate
CW	— telegrafie (A_1), undă purtătoare
DC	— curent continuu
DIRECT	— direct
DR	— dragă
DX	— distanţă mare (în alt continent), staţie depărtată
EASY	— uşor
ECO	— oscilator cu cuplaj electronic
PS, AND	— şi
FB	— admirabil, foarte bine
FED, FEEDER	— alimentat, conductor de alimentare a antenei
FINE	— admirabil, minunat
FIRST	— primul, prima
FROM	— de la, din
GA	— bună ziua (după masă)
GB	— la revedere
GD, BJR	— bună ziua
GLD, PSED	— bucuros, încîntat

GM	— bună dimineața
GN, BN	— noapte bună
GD, GUD	— bun
HAM	— amator de unde scurte, operator
HAPPY	— fericit
HF	— radiofrecvență
HI	— rîd, rîs
HOPE, HEP	— sper
HR, ERE	— aici
HRD	— auzit
HT	— tensiune înaltă
HVY	— greu
HW ?	— cum ? (în sensul de „cum merge" ? sau „cum mă auzi" ?)
I	— eu
IF	— dacă, frecvență intermediară
IN	— în
INPUT, INPT	— puterea absorbită în etajul final
IS	— este
K	— transmiteți
KA	— începutul telegramei (sau transmisiei)
KC	— kilohert, kilociclu
KEY, KY	— manipulator obişnuit (a manipula, a transmite)
KW	— kilowat, undă scurtă (în limba rusă sau germană)
LINK	— cuplaj
LIS	— amator autorizat în emisie, autorizație, licență
LOG	— carnet de lucru
LONG	— lung, de mult, longitudine
LUCK	— noroc
MANY, MNI	— mult, multe
MEET	— a întîlni, întîlnesc
MI, MY	— al meu, a mea
MIKE	— microfon
MSG	— mesaj
MUST	— trebuie
NAME	— numele
NEW	— nou, nouă
NICE	— frumos, plăcut
NIL	— nimic
NO, NOT	— nu
OB	— prieten vechi
OC	— prieten apropiat
OF	— a, de la
OK	— total în ordine, perfect
OLD	— vechi, bătrîn
OM	— prieten
ONLI, ONLY	— numai
OP, OPR	— operator
PA	— amplificator de putere
PART	— în parte
PSED, GLD	— bucuros, încîntat
R	— recepționat corect sau uneori semnal pentru virgulă la numerele zecimale
RAC	— curent alternativ redresat

RCVR, RX	— receptor
RIG	— echipamentul stației
RPRT	— raport, control
RPT	— a repeta, repet
RX, RCVR	— receptor
SEND	— a trimite, trimit (em), a transmite
SIG	— semnal
SINGLE	— singur (ă)
SK	— sfîrșitul legăturii
SOON, SN	— în curînd
SORRY, SRI	— regret
SURE	— sigur
SWL	— amator receptor de unde scurte
TEST	— a încerca, încerc, concurs
THIS	— acesta, aceasta
TKS, TNX	— mulțumiri
TO	— la, pînă la
TX, XMTR	— emițător
U, YOU	— dumneata, tu
UKW	— undă scurtă (în limba rusă sau germană)
UR, YOUR, YR	— al dumitale, al tău, ale tale
VFO	— oscilator cu frecvență variabilă
VHF	— frecvență foarte înaltă
VY, VERY	— foarte
WATT(S)	— wat, wați
WIRE	— sîrmă, fir
WKD	— lucrat
WKG	— lucrînd
WX	— vreme (meteorologic)
XCUSE	— scuzați-mă
XTAL	— cristal
XYL	— soție
YDAY	— ieri
YEAR, YR	— an
YF	— soție, femeie tînără
YL	— emițătoare, domnișoară
YOU	— dumneata, tu
73	— salutări
88	— dragoste și sărutări
99	— am plecat, dispar

Raportarea recepției în traficul de radioamator

Traficul de radioamator este dedicat aproape în întregime experimentărilor asupra aparaturii, cît și asupra condițiilor de propagare. De aceea are o deosebită importanță pentru radioamatori cunoașterea condițiilor în care sînt recepționați de corespondenți.

S-a ivit încă de la începutul activității radioamatorilor necesitatea unui sistem practic, simplu și universal de raportare a recepției semnalelor. Sistemul unic de raportare folosit astăzi a

fost inventat în 1934 de radioamatorul W2BSR și poartă denumirea de control RST. Iată în ce constă:

Litera R, care provine de la cuvîntul englez *readibility* și este echivalentă cu QRK din „codul Q" reprezintă inteligibilitatea semnalelor, arătînd gradul în care semnalele pot fi urmărite și înțelese. Se notează cu cifre de la 1 la 5:

R1 = semnal neinteligibil;
R2 = semnal inteligibil din cînd în cînd;
R3 = semnal inteligibil cu dificultate;
R4 = semnal inteligibil;
R5 = semnal perfect inteligibil.

Litera S = *Strength* = QSA, indică tăria semnalelor, care este determinată de mărimea tensiunii de radiofrecvență indusă în antenă de emisiunea respectivă. Se notează cu cifre de la 1 la 9:

S1 = semnal abia perceptibil;
S2 = semnal foarte slab;
S3 = semnal slab;
S4 = semnal accesibil;
S5 = semnal destul de bun;
S6 = semnal bun;
S7 = semnal foarte bun;
S8 = semnal puternic;
S9 = semnal foarte puternic.

Litera T = *tone* = QRI. Tonul semnalelor se indică numai pentru semnalele telegrafice. Controlul tonului definește muzicalitatea semnalelor, nota acestora fiind cristalină dacă etajele sînt alimentate cu curent continuu, sau zbîrnîită ori gravă în cazul alimentării cu curent alternativ. Se notează cu cifre de la 1 la 9:

T1 = notă extrem de aspră;
T2 = notă foarte aspră; fără muzicalitate;
T3 = notă aspră, foarte slab muzicală;
T4 = notă gravă, slab muzicală;
T5 = notă foarte bîzîită, cu oarecare muzicalitate;
T6 = notă bîzîită, cu muzicalitate acceptabilă;
T7 = notă destul de curată, dar cu ușor zumzet;
T8 = notă curată;
T9 = notă foarte curată, cristalină.

Controlul RST se transmite sub forma unui număr format din trei cifre precedate de grupul RST. De exemplu: RST 569 înseamnă semnale perfect inteligibile, cu tărie bună și cu tonul cu notă foarte curată. Controlul RST se completează după nevoie cu alte prescurtări din codul Q. De exemplu QRM (paraziți, in-

terferențe), QRN (paraziți atmosferici), QSB (fading) etc. Uneori după controlul RST se adaugă o literă şi anume :

X=cristal, în general în cazul cînd nota semnalelor pare a fi foarte stabilă (controlată cu cristal de cuarț) ;

C=chirpy signal=cînd nota semnalelor are instabilitate de frecvență ;

J=key clicks=dacă nota semnalelor este însoțită de „click-suri" de manipulație, adică se aud un fel de pocnituri odată cu semnalele.

Pentru rapoartele în telefonie se folosesc numai controalele R şi S şi un altul suplimentar, exprimînd calitatea modulației. El se notează cu F şi se apreciază de la 1 la 9.

Radioamatorii sovietici utilizează în acelaşi scop scara M, în care aprecierile se fac de la 1 la 5, şi au următoarele semnificații :

M 1 = modulație distorsionată total ;
M 2 = modulație distorsionată, cca 30% inteligibilă ;
M 3 = modulație slabă, cu distorsiuni ;
M 4 = modulație bună, inteligibilă total ;
M 5 = modulație foarte bună.

De multe ori pentru telefonie se dă numai controlul RS, iar asupra modulației se fac precizări amănunțite privind profunzimea, tonalitatea şi calitatea ei.

Controlul constituie de fapt miezul unei legături, el dînd cele mai prețioase indicii radioamatorului atît asupra propagării, cît şi asupra eficienței aparaturii sale, permițîndu-i astfel să o experimenteze şi perfecționeze continuu.

Alfabetul fonetic

Cifre

Cifra	Cuvîntul	Pronunțarea	Cifra	Cuvîntul	Pronunțarea
0	Zero	ZI-RO	5	Five	FAIV
1	One	UAN	6	Six	SIX
2	Two	TU	7	Seven	SEVN
3	Three	TRI	8	Eight	EIT
4	Four	FOR	9	Nine	NAIN
			10	Ten	TEN

Litere

Litera	Cuvîntul	Pronunţarea	Litera	Cuvîntul	Pronunţarea
A	Alfa	AL-FA	N	November	NO-VEM-BĂR
B	Bravo	BRA-VO	O	Oscar	OSS-KAR
C	Charlie	CIAR-LI	P	Papa	PA-PA
D	Delta	DEL-TA	Q	Quebec	KE-BEK
E	Echo	E-KO	R	Romeo	RO-MI-O
F	Foxtrot	FOX-TROT	S	Sierra	SI-ERA
G	Golf	GOLF	T	Tango	TAN-GO
H	Hotel	HO-TEL	U	Uniform	IU-NI-FORM
I	India	IN-DIA	V	Victor	VIK-TOR
J	Juliett	GIU-LI-ET	W	Whisky	UIS-KI
K	Kilo	KI-LO	X	X-ray	EX-REI
L	Lima	LI-MA	Y	Yankee	YAN-KI
M	Mike	MA-IK	Z	Zoulou	ZU-LU

Cărţi de confirmare QSL

QSL-ul este un document scris prin care se confirmă stabilirea unei legături bilaterale prin radio între două staţii de emisie sau recepţionarea unei staţii de emisie de către o staţie de recepţie. QSL-ul are aspectul unei cărţi poştale special tipărite, conţinînd datele necesare confirmării legăturii sau recepţiei efectuate, uneori ilustrată cu o vedere, o fotografie sau un desen, pentru a fi mai atrăgătoare şi devenind „carte de vizită" a oricărei staţii de radioamator. Pentru aceasta QSL-ul va avea o formă corespunzătoare din toate punctele de vedere.

Orice radioamator posesor al unei autorizaţii de radioemisie-recepţie, sau numai de radiorecepţie, şi al unui indicativ de apel, are dreptul de a folosi QSL-uri — fie modele tipărite prin mijlocirea Radioclubului Central, fie un model personal, care a obţinut aprobarea Federaţiei Române de Radioamatorism. Amatorii receptori trimit QSL-uri staţiilor recepţionate, iar amatorii emiţători staţiilor cu care au stabilit legături, şi răspund tot prin cărţi de confirmare QSL amatorilor receptori de la care au primit QSL-uri de recepţie.

Ce date conţine un QSL ?

În primul rînd pe QSL se tipăreşte cît mai vizibil indicativul staţiei pe care o reprezintă şi apoi o serie de rubrici ce conţin :

— indicativul de apel al staţiei căreia i se adresează ;
— data efectuării QSO-ului sau recepţiei (ziua, luna, anul) ;

— ora locală, ora GMT (ora Greenwich) sau ora MSK (ora Moscovei) etc.;

— banda de frecvenţe pe care s-a efectuat QSO-ul sau recepţia; tipul emisiunii: telegrafie, telefonie, SSB etc.;

— controlul RST pentru telegrafie, iar pentru fonie RSF sau RSM;

— o descriere sumară a aparaturii folosite TX, RX şi antena;

— observaţii suplimentare privind recepţia, ca interferenţe (QRM), fading (QSB) etc.;

QSL-ul mai conţine numele operatorului, localitatea sau coordonatele geografice (latitudinea şi longitudinea), precum şi rugămintea de a se trimite în mod reciproc QSL. El mai cuprinde şi mulţumiri (Mni, tnx fer fb qso) sau diverse formule de politeţe, ca: 73 (salutări), best dx (frumoase legături dx) etc.

QSL-urile servesc pentru dovedirea performanţelor realizate (număr de ţări diferite lucrate), pentru obţinerea diferitelor diplome şi în general pentru justificarea activităţii. QSL-ul trebuie completat cu grijă, fără ştersături sau corecturi care îi anulează valoarea. Indicativul de apel al corespondentului se completează numai cu litere de tipar.

Pentru recepţie există două feluri de raportare: A_1 hrd = = semnale telegrafice auzite, sau A_3 hrd = semnale telefonice auzite.

Pentru legături efectuate: A_1 WKD semnale telegrafice lucrate, sau A_3WKD = semnale telefonice lucrate. Pentru rapoartele de recepţie primite se va folosi expresia: cfm your QSL.

Schimburi de QSL-uri se fac prin serviciile speciale de QSL-uri ale organizaţiilor de radioamatori din ţara respectivă.

În ţara noastră QSL-urile se expediază şi se primesc prin biroul de QSL-uri ale Radioclubului Bucureşti: YO QSL Bureau PO BOX 05-50 cod poştal 76100 Bucharest, QSL-ul fiind un semn de prietenie sau cum se mai spune „ultima formulă de politeţe a unui QSO". Vom trimite QSO-uri pentru toate legăturile, imediat după efectuarea lor.

Evidenţa QSO-urilor efectuate ca şi datele principale în legătură cu ele se înscriu într-un log (caiet de lucru) al staţiei respective.

Competiţiile sportive ale radioamatorilor

Activitatea sportivă competiţională a radioamatorilor se desfăşoară după anumite reguli internaţionale şi interne şi constituie

felul în care radioamatorii își demonstrează abilitatea și cunoștințele în realizarea legăturilor telegrafice.

Competițiile radioamatorilor sînt de mai multe feluri și anume:

— concursuri interne sau internaționale de unde scurte;
— concursuri interne sau internaționale de unde ultrascurte;
— concursuri de telegrafie-viteză, la sală;
— concursuri de vînătoare de vulpi, pe teren.

Concursurile de unde scurte și ultrascurte se desfășoară după regulamente bine stabilite, cuprinzînd perioada de lucru (ziua și ora începerii concursului, precum și ziua și ora terminării lui), benzile de frecvențe, modul de lucru (în telegrafie sau telefonie), modul de înregistrare a radiolegăturii, multiplicatorul și modul de stabilire a rezultatelor finale ale concursului.

De obicei durata concursurilor este cuprinsă între 6—48 ore și scopul lor este de a stabili în această perioadă un număr cît mai mare de radiolegături cu alte stații de radioamator. Radiolegăturile se înregistrează sub forma unor numere de control ce se schimbă între corespondenți, numere compuse de obicei din șase cifre în cazul legăturilor în telegrafie (primele trei cifre reprezentînd controlul RST și ultimele trei numărul de ordine al legăturii, ex.: 579 001), sau din cinci cifre în cazul legăturilor în telefonie (primele două cifre reprezentînd controlul RS, iar ultimele trei, numărul de ordine al legăturii, ex.: 58 001).

Multiplicatorul este format din continente, zone, țări sau regiuni diferite, iar radiolegăturile sînt cotate cu 1, 2 sau mai multe puncte. De obicei scorul final rezultă din înmulțirea numărului total de puncte din radiolegături cu multiplicatorul.

În baza rezultatelor obținute se stabilesc performanțe sportive, clasamente, se atribuie titluri de campioni republicani sau internaționali.

Anual au loc zeci de asemenea concursuri organizate de asociațiile radioamatorilor din diferite țări ale lumii, în care radioamatorii își verifică și măsoară măiestria sportivă, îndemînarea, aparatura și cunoștințele.

Concursurile de telegrafie-viteză se desfășoară la sală și urmăresc transmiterea și recepția unui număr cît mai mare de litere, cifre sau texte combinate, pe minut.

Concursurile de „vînătoare de vulpi" sînt interesante și atractive. Ele îmbină armonios cunoștințele de constructor radio cu cele de bun atlet. „Vînătoarea de vulpi" constă în căutarea și găsirea în cel mai scurt timp, cu ajutorul unor receptoare radio portabile ce au proprietăți directive de recepție, a trei stații de emisie

de mică putere (vulpile), aşezate la 3 km una de alta, în amplasamente necunoscute de către concurenţi.

Staţiile de radioemisie folosesc una din benzile de 3,5; 28 sau 144 MHz, concursul desfăşurîndu-se separat pentru fiecare bandă.

La capitolul „Radioreceptoare cu tranzistoare" sînt descrise cîteva montaje de radioreceptoare pentru „vînătoarea de vulpi". Desigur, o mare importanţă o are aparatura folosită, care este de obicei realizată chiar de către radioamator. Există de asemenea radioamatori constructori care realizează şi experimentează aparatură pentru telemecanică şi telecomandă, cu aplicaţii în industrie sau agricultură.

Şi acum, după ce ne-am însuşit noţiunile de bază privind traficul de radioamator, este bine de ştiut că INSTALAREA ŞI FUNCŢIONAREA UNEI STAŢII DE RADIOAMATOR NU ESTE PERMISĂ DECÎT PE BAZA UNEI AUTORIZAŢII ELIBERATĂ DE M.P.T. ŞI CARE SE POATE OBŢINE ÎN URMA TRECERII CU SUCCES A UNUI EXAMEN, ÎN FAŢA UNEI COMISII CONSTITUITE ÎN ACEST SCOP. Deoarece lucrarea de faţă nu ne permite să dezvoltăm pe larg această problemă, este bine să studiem regulamentul radioamatorilor din ţara noastră, care poate fi găsit la orice radioclub judeţean sau la un radioamator autorizat.

Activitatea începe ca radioamator receptor şi numai după ce se vor însuşi toate regulile de trafic în bune condiţii, efectuînd un număr de recepţii, primind şi expediind un număr de QSL-uri, pe baza unui nou examen vom putea deveni radioamatori emiţători, primind şi autorizaţia. Dealtfel, însuşirea noţiunilor teoretice şi practice expuse în această lucrare poate contribui la succesul în examene.

Recepția și transmiterea semnalelor telegrafice

Alfabetul Morse

Radiocomunicațiile pot fi realizate în două feluri: fie în telegrafie, folosind coduri și prescurtări și transmițînd semne ale alfabetului Morse, fie în telefonie, transmițînd direct vocea omenească sau alte sunete cu ajutorul microfonului. Transmisia telegrafică este cea mai des folosită, avînd o serie de avantaje. Astfel, aparatura de radioemisie și radiorecepție este mai simplă și mai ușor de construit: banda de frecvență ocupată de o emisie radiotelegrafică este foarte îngustă, în general cîteva sute de Hz, spre deosebire de emisiunile telefonice, care ocupă o bandă de frecvențe în jurul a 9 000 Hz. Aceasta ne permite să îngustăm banda de frecvențe a radioreceptorului pînă la cîteva sute de Hz și deci să mărim considerabil selectivitatea lui, ceea ce asigură o recepție mult mai bună, lipsită de interferențe și paraziți.

Ca rezultat, distanța la care același semnal poate fi recepționat este de două-trei ori mai mare în telegrafie decît în telefonie. Folosirea prescurtărilor și a codurilor internaționale în telegrafie permite legături rapide între stații din diferite țări, fără a fi nevoie să se cunoască anumite limbi.

Datorită acestor avantaje, în traficul de radioamatori în telegrafie se pot efectua legături mai numeroase, mai bune, la distanțe mai mari.

Rezultă că învățarea recepției și transmiterii telegrafice prezintă o utilitate deosebită pentru radioamatori.

Inventat cu peste un secol înainte de Samuel Morse, acest cod, care îi poartă numele, exprimă literele alfabetului, cifrele arabe și semnele de punctuație prin combinații de linii (semnale lungi) și puncte (semnale scurte).

Punctul este o linie scurtă, iar linia are durata a trei puncte. Între liniile și punctele unei litere se păstrează intervale egale cu un punct, iar între literele unui cuvînt, egale cu durata unei linii. Intervalele dintre cuvinte sînt egale cu durata a 5 puncte. În continuare dăm alfabetul Morse.

Litere

Semnale	Litera	Semnale	Litera	Semnale	Litera
. —	A	— —	M	— . — —	Y
— . . .	B	— .	N	— — . .	Z
— . — .	C	— — —	O	. — . —	ä, á
— . .	D	. — — .	P	. — — . —	à, å
.	E	— — . —	Q	. . — . .	é
. . — .	F	. — .	R	— . . — .	è
— — .	G	. . .	S	— — — —	ch, ş
. . . .	H	—	T	— . — . .	ç
. .	I	. . —	U	— — . — —	ñ
. — — —	J	. . . —	V	— — — .	ö
— . —	K	. — —	W	. . — —	ü
. — . .	L	— . . —	X	— — . .	ţ (tz)

Cifre

Semnale	Cifra	Semnale	Cifra	Semnale	Cifra
. — — — —	1	. . . . .	5	— — — — .	9
. . — — —	2	—	6	— — — — —	∅
. . . — —	3	— — . . .	7		
. . . . —	4	— — — . .	8		

Semne de punctuaţie

Semnale	Semne de punctuaţie	Semnale	Semne de punctuaţie	Semnale	Semne de punctuaţie
. — . — . —	punct (.)	. — — — — .	apostrof (')	— . . . —	semn separaţie (=)
— — . . — —	virgulă (,)	— . . . . —	liniuţă (—)	. — . . — .	ghilimele (")
— — — . . .	două puncte (:)	— . . — .	linie de fracţie (/)		
— . — . — .	punct şi virgulă (;)	— . — — . —	paranteze ()		
. . — — . .	semnul întrebării (?)	. . — — . —	subliniere		

Aparate pentru învățarea semnalelor telegrafice

Alfabetul Morse se poate învăța auditiv, adică după sunet. Pentru aceasta avem nevoie de un aparat care să ne dea o frecvență muzicală pe care s-o putem întrerupe cu ajutorul manipulatorului, în vederea obținerii semnalelor alfabetului Morse. Acest aparat poartă denumirea de „generator de ton".

Un manipulator simplu se poate realiza după indicațiile de mai jos. Bara 1 (fig. 292) se face din placaj sau scîndură subțire; bara 11 din lemn; piesele 2, 3, 5, 6 și 12 sînt șuruburi metalice; cornișele 10 se execută din tablă de cupru sau alamă; arcul 4 din bronz sau oțel, șaiba 8 din material izolant, sticlă organică sau placaj, mînerul 7 este o rondelă de la un numărător (sciot); axul 9 un șurub subțire sau cuișor.

Șurubul de contact 6 se unește printr-o placă metalică cu axul 9. Conexiunile manipulatorului se fac din conductor flexibil (liță) izolat în material plastic. După asamblarea manipulatorului se conectează conductoarele de legătură ale acestuia la un generator de ton și reglăm funcționarea lui prin acționarea șurubului de reglare 12, astfel ca distanța între șuruburile 5 și 6 să fie minimă.

Apoi vom trece la construcția unui generator de ton.

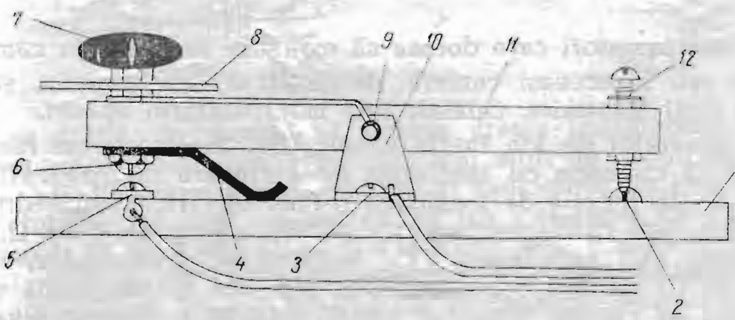


FIG. 292

Cel mai ieftin și mai simplu generator de ton este buzerul, care nu reprezintă altceva decît o sonerie electrică puțin modificată. Diferența între buzer și sonerie constă doar în lipsa clopotului și a ciocănelului și în faptul că armătura mobilă a celui

dintîi e mai mică și vibrează mai repede, producînd un anumit sunet. Buzerul se montează în circuit cu o baterie de 4,5 V sau cu secundarul unui transformator de sonerie alimentat de la rețeaua electrică și cu manipulatorul. În fig. 293 este arătată schema de principiu a unui asemenea generator de ton pentru învățarea alfabetului Morse, dispunînd de două perechi de căști și două manipulatoare, alimentarea făcîndu-se de la rețeaua electrică.

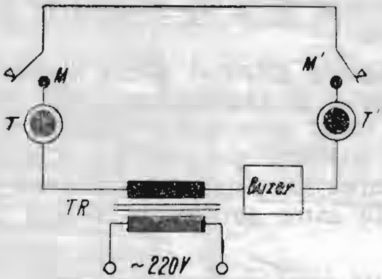


FIG. 293

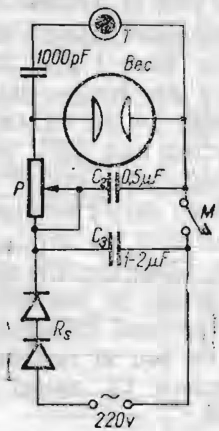


FIG. 294

Cei doi radioamatori care doresc să exerseze se așază în camere separate sau în aceeași cameră, despărțiți de un paravan, și în timp ce unul transmite, celălalt ține manipulatorul apăsat.

Un generator de ton foarte simplu (fig. 294) se poate realiza cu o lampă cu neon cu tensiunea de aprindere de 75 . . . 110 V sau 220 V (în funcție de tensiunea rețelei electrice), un redresor cu seleniu, trei condensatoare, un potențiometru de 1 M Ω, un manipulator (M) și o cască (T). Apăsînd pe manipulator, condensatorul C_2 se încarcă, și apoi se descarcă în tub, după care fenomenul se repetă, rezultînd astfel oscilații a căror frecvență poate fi modificată prin reglarea potențiometrului P. Frecvența de lucru se va alege între 600 . . . 1 000 Hz.

Un generator de ton simplu poate fi realizat și cu un tranzistor de tipul OC 71, П 13 sau EFT 321 (fig. 295), montajul neavînd nevoie de inductanțe, ci numai de două condensatoare, trei rezistențe, un potențiometru, o cască cu rezistența cît mai mare,

un manipulator şi o baterie de alimentare de 4,5 V. Pentru valorile condensatoarelor indicate în schemă şi o impedanţă a căştilor de 4 000 Ω, vom obţine o frecvenţă de oscilaţie în jurul a 700 Hz. Variaţia frecvenţei de oscilaţie se poate obţine modificînd valorile celor două condensatoare şi căutînd a menţine între ele acelaşi raport de 12,5/1.

Generatorul funcţionează stabil şi consumul său redus, de

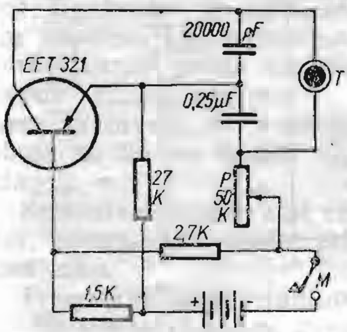


FIG. 295

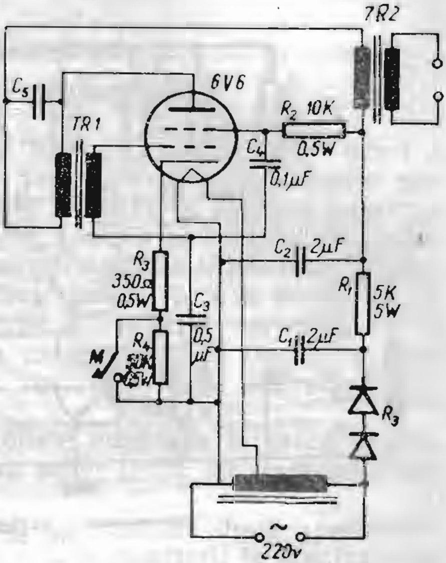


FIG. 296

cca 1 mA, îi permite să lucreze vreme îndelungată cu aceeaşi baterie, a cărei durată depinde mai mult de condiţiile de mediu.

Radioamatorii mai avansaţi şi radiocluburile pot folosi montajul din fig. 296, echipat cu un tub electronic de putere, de tipurile EL 84, 6 AQ 5, 6 V 6, 6 П 6 sau 6 П 3. Piesele componente şi valorile lor sînt indicate în schemă. Autotransformatorul de reţea TR_1 va avea o priză la 6,3 V, curentul necesar fiind de 1 A pentru filament. RS este un redresor cu seleniu, TR_1 este un transformator de audiofrecvenţă cu raport 1/3 . . . 1/5, iar TR_2 un transformator de ieşire, potrivit tubului folosit. În circuitul oscilant format din secundarul transformatorului TR_2 şi condensatorul C_5 iau naştere oscilaţiile de audiofrecvenţă a căror frecvenţă poate fi schimbată dînd condensatorului C_5 diferite valori. Dacă

nu se produc oscilații, vom inversa conexiunile la secundarul transformatorului TR_2. Se folosește un difuzor permanent dinamic, pentru o putere de 2 ... 3 W.

Monitorul de telegrafie tranzistorizat este foarte util radioamatorului, permițîndu-i fie să-și însușească semnalele telegrafice, folosindu-l ca generator de ton, fie să-și urmărească propriile semnale în timpul manipulării radioemițătorului. Principiul de funcționare este simplu (fig. 297).

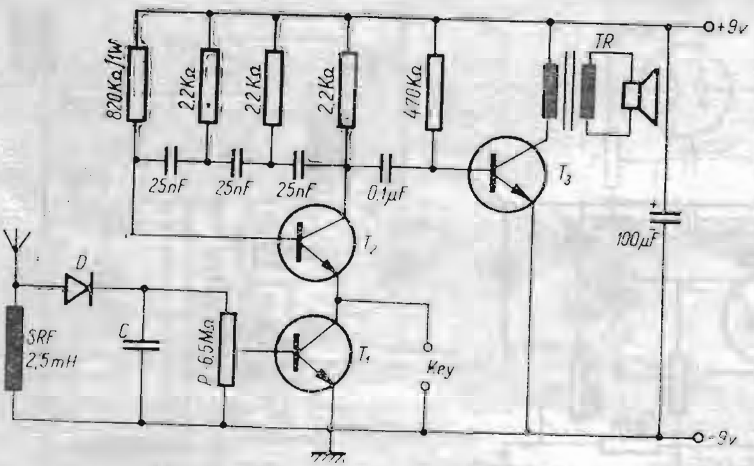


FIG. 297

Tranzistorul T_2 funcționează ca oscilator de audiofrecvență într-un montaj clasic cu rezistențe și condensatoare și furnizează o frecvență muzicală agreabilă de cca 1 240 Hz. Conexiunea de emitor a tranzistorului se face prin tranzistorul T_1 montat ca amplificator de curent continuu. Cînd folosim montajul ca generator de ton, intrarea în regim de lucru se face prin contactul „Key", unde se branșează manipulatorul.

Pentru cazul funcționării cu monitor de telegrafie avem prevăzut un circuit simplu, cu o diodă care redresează curentul de radiofrecvență provenind de la propriul emițător. Curentul continuu de la bobină polarizează baza tranzistorului T_1 a cărui rezistență internă scade, ceea ce permite alimentarea normală a tranzistorului T_2 care începe să oscileze în audiofrecvență. Reglajul tensiunii pozitive aplicate pe baza lui T_1 o facem prin potențiometrul P de 500 kΩ. Circuitul de intrare este compus

dintr-o bobină de șoc de radiofrecvență de 2,5 mH și condensatorul C, de 2 . . . 5 nF.

Cel de al treilea tranzistor servește ca amplificator de audiofrecvență pentru audiție într-un difuzor miniatural.

Tranzistoarele de tip *npn* pot fi alese de constructor ținînd seama numai de potrivirea impedanței transformatorului de ieșire Tr cu tranzistorul T_3 și difuzorul, precum și de respectarea polarității sursei de alimentare.

Cum se învață recepționarea și transmiterea semnalelor telegrafice

Pentru o însușire corectă și într-un timp cît mai scurt a recepției și trasmiterii semnalelor telegrafice trebuie folosite metode potrivite. O metodă nepotrivită va avea ca rezultat formarea unor deprinderi greșite, care împiedică perfecționarea cunoștințelor căpătate (corectitudine și mărirea vitezei), iar pentru înlăturarea lor se pierde mai mult timp decît pentru a învăța de la început corect. De aceea recepția și transmiterea semnalelor Morse se învață de preferință în colectiv, cu un instructor care trebuie să fie nu numai un bun radiotelegrafist, dar și un bun pedagog.

Semnalele Morse sînt recepționate după auz în cască sau difuzor, punctul fiind redat printr-un sunet scurt, iar linia printr-un sunet lung.

Pregătirea unui radiotelegrafist cuprinde două perioade: 1 — învățarea recepției după auz și a transmiterii la manipulator, cu viteza de 60 semne pe minut; 2 — mărirea vitezei de recepție și transmitere.

În decursul ambelor perioade, recepția și transmiterea se învață în paralel, îmbinînd între ele aceste deprinderi. În prima perioadă se pune accentul pe corectitudinea recepției și transmiterii, pentru ca în perioada a doua să se urmărească mărirea vitezei.

Învățarea recepției semnalelor Morse. Pentru aceasta se folosește metoda auditivă, care se bazează pe întipărirea în memorie a muzicalității specifice fiecărui semn[1]. Muzicalitatea este dată de felul elementelor componente (linii și puncte), de numărul și succesiunea lor. Instructorul transmite un semnal cu

[1] A nu se confunda cuvîntul *semnal* cu *semn*. Un semnal poate fi doar un punct sau o linie, pe cînd prin semn se înțeleg literele, cifrele sau semnele de punctuație. Prin urmare, un semn poate avea mai multe semnale.

ajutorul generatorului de ton, de mai multe ori, pînă ce elevii își întipăresc în minte muzicalitatea lui și sînt în măsură să-l deosebească ulterior de alte semnale. Pentru o însușire sigură a semnalelor, într-o ședință de o oră nu se învață mai mult de 2 . . . 3 semne.

Uneori se aplică alte metode, greșite. Unii instructori pun elevii să învețe reprezentarea grafică a semnalelor, elevii trebuind să recunoască semnele numărînd punctele și liniile și identificînd semnalul cu reprezentarea lui grafică învățată anterior. Această metodă cere elevilor o mare încordare, deoarece ei trebuie să asocieze în minte semnalul memorat vizual cu sunetele pe care le aud.

Elevii se obișnuiesc cu numărarea punctelor și liniilor și odată cu mărirea vitezei, cînd acest lucru nu mai este posibil, încep să confunde semnalele apropiate ca sunet (I cu S, S cu H, H cu 5, M cu O etc.), sau nu le mai recepționează de loc.

Tot atît de dăunătoare sînt și alte metode vechi, cum ar fi copierea de către elevi de texte, scriindu-le prin reprezentarea alfabetului Morse (puncte și linii), descompunerea semnalelor lungi în altele mai scurte (de ex. P în A+N, Z în M+I, 3 în S+M etc.), reprezentarea prin voce a semnalelor Morse, de exemplu: R=ti-ta-ti, D=ta-ti-ti etc. Toate aceste metode trebuie înlăturate din practică.

Semnalele se transmit scurt, chiar de la prima ședință, durata unui semnal fiind aceea corespunzătoare vitezei de aproximativ 60 de semne pe minut, însă între două semne se lasă o pauză destul de mare (la început 3 . . . 4 secunde), care se reduce apoi treptat. Dacă instructorul transmite la început semnalele prelung, în mod involuntar, elevii vor căuta să numere punctele și liniile și vom avea dezavantajele arătate anterior. Semnele trebuie învățate într-o anumită succesiune. Se obișnuiește ca semnele să se învețe grupate pe principiul contrastului (E cu T, I cu M, S cu O, A cu N, V cu D, R cu K etc.) sau pe principiul asemănării (E, I, S, H, 5; T, M, O, CH, zero etc.). În ambele cazuri elevii sînt tentați să facă o legătură între sunetul auzit și imaginea grafică a semnului respectiv. De aceea se recomandă ca semnele să fie învățate într-o astfel de succesiune, încît elevii să nu mai facă asemenea asocieri, adică fără a le grupa sistematic după un criteriu oarecare.

Recepția se învață de la început cu o tărie potrivită a semnalelor, obișnuind astfel elevii să distingă sunetele mai slabe și să-și concentreze atenția.

Este bine ca spre sfîrșitul perioadei de învățare și mai ales în cea de a doua perioadă, să se introducă tot felul de zgomote

(exterioare, dacă generatorul de ton nu permite acest lucru), elevii fiind puşi astfel în condiţii apropiate de lucrul în reţea.

În ceea ce priveşte scrierea semnelor recepţionate, elevii le vor scrie cu litere mici, de mînă. Literele trebuie scrise clar, pentru a nu se produce confuzii (în special E cu 6, U cu N, P cu F, D cu L etc.). Cifrele se scriu de două ori mai mari decît literele: cifra zero se scrie ∅ (pentru a nu se confunda cu litera O).

Textele ce se transmit trebuie pregătite bine şi înainte de lecţie. În timpul unei şedinţe instructorul va transmite diferite texte de exerciţiu: texte compuse din semnele învăţate în şedinţele anterioare, texte compuse numai din semnele nou învăţate, texte cuprinzînd atît semnele noi cît şi pe cele vechi. Se pot transmite texte în clar, sub formă de fraze scurte şi texte cifrate (grupaje de 5 litere sau cifre aranjate astfel încît să nu formeze cuvinte).

Învăţarea transmiterii semnalelor Morse. Învăţarea transmiterii la manipulator este mai dificilă decît învăţarea recepţiei, deoarece deprinderile greşite sînt foarte greu de înlăturat. Majoritatea elevilor se grăbesc să înveţe transmiterea întregului alfabet chiar de la început şi au tendinţa de a manipula chiar de la început cu viteză mare. Au impresia că transmit corect, în realitate însă semnalele sînt mult deformate, aşa cum se poate vedea urmărind transmiterea pe un aparat telegrafic Morse înregistrator. Aceste deformări devin permanente, constituind aşa-numitele „particularităţi de transmitere", care sînt nedorite.

A transmite corect înseamnă a respecta cu stricteţe lungimea fiecărui element, precum şi pauzele dintre elemente, semne şi cuvinte sau grupe. Lucrul acesta nu se poate realiza decît printr-un antrenament sistematic şi de lungă durată, astfel ca manipularea să devină o deprindere organică a mîinii radiotelegrafistului.

În primul rînd elevii trebuie să înveţe poziţia corectă de lucru: corpul radiotelegrafistului stă drept, fără a fi încordat, picioarele uşor desfăcute, mîna dreaptă îndoită din cot, cu antebraţul orizontal, se ţine în prelungirea manipulatorului, iar mîna stîngă se sprijină pe masă (înălţimea acesteia nu trebuie să depăşească 70 cm — fig. 298). Manipulatorul se apucă de buton cu trei degete de la mîna dreaptă, arătătorul se sprijină pe buton, iar degetul mare şi cel mijlociu prind butonul din părţile laterale (fig. 299). La transmitere se mişcă numai încheietura mîinii, cotul rămînînd fix şi antebraţul orizontal. Aceste reguli sînt obligatorii, deoarece asigură o poziţie comodă, care permite mărirea vitezei şi o transmitere de lungă durată.

Pentru o deprindere corectă a transmiterii se folosește la început metoda transmiterii cu numărătoare: pentru a transmite un punct, manipulatorul se ține apăsat cît se numără unu, iar pentru o linie se numără unu-doi-trei. Între două semne se pronunță pauză, iar între două cuvinte sau grupe pauză, pauză.

Elevii transmit toți odată cu instructorul, numărînd cu voce tare șiruri de puncte și linii. Uneori numărătoarea se înlocuiește prin batere cu ciocanul în masa de comandă sau cu metronomul, metoda cea mai recomandabilă. Aceasta durează cîteva ședințe, pînă ce deprinderile sînt formate, apoi se învață transmiterea combinațiilor de puncte, de linii, de puncte și linii. După aceasta se trece la transmiterea semnalelor Morse, care se învață pe grupe, după principiul asemănării (grupa întîi: T, M, O, CH, zero; grupa a doua: E, I, S, H, 5; grupa a treia: U, V, L; grupa a patra: N, D, B, G și linia de separație; grupa a cincea: W, U, J, 1, 2, 3; grupa a șasea: G, Z, 9, 8, 7; grupa a șaptea: R, P, L, F, A și grupa a opta: K, X, Q și C.

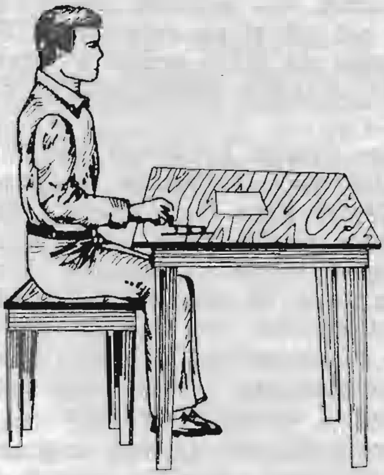


FIG. 288

Pe măsură ce elevii progresează, se aplică altă metodă: instructorul indică ritmul de transmitere, iar elevii manipulează în grup fără numărătoare. Dacă se pierde ritmul, instructorul îl imprimă din nou și-i lasă pe elevi din nou singuri. Numai după ce aceste exerciții au fost bine însușite se trece la transmiterea individuală, cu control în cască și apoi fără control. Se recomandă ca fiecare ședință de transmitere să înceapă cu exerciții de înmlădierea încheieturii mîinii, care constă în îndoirea palmei în ambele părți de mai multe ori, după care se trece la antrenamente.

Viteza cu care se transmit semnalele este mică la început (cca 20...30 puncte sau 7...10 linii pe minut) și se mărește treptat prin accelerarea ritmului.

Instructorul trebuie să controleze continuu pe fiecare elev, pentru a descoperi greșelile de transmitere, înainte ca acestea să devină deprinderi. Cele mai frecvente greșeli sînt următoarele: ridicarea încheieturii prea repede, rezultînd semnale mai

scurte; apăsarea prea tare pe ultimul semnal, care se lungeşte; apăsarea neuniformă şi alunecarea degetelor pe butonul manipulatorului, din care cauză semnalele sînt neregulate; nerespectarea duratei pauzelor, care conduce la confuzii între semnale; mişcarea cotului, care produce oboseala operatorului. Pentru remedierea greşelilor, instructorul explică fiecărui elev cum trebuie să lucreze corect şi îi conduce chiar mişcările mîinii.

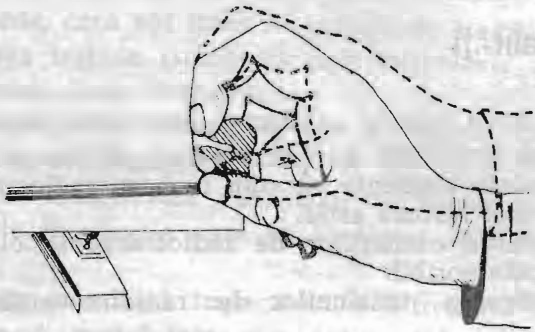


FIG. 299

Urmărind aceste indicaţii, radioamatorii îşi vor putea însuşi, în bune condiţii, recepţia şi transmiterea semnalelor Morse, urmînd ca ulterior să se perfecţioneze prin mărirea vitezei şi ridicarea calităţii lucrului.

Radioemițătoare pentru traficul de radioamator

Generalități

Înainte de a descrie realizarea practică a unor radioemițătoare destinate traficului de radioamator, să trecem sumar în revistă principalele elemente ce stau la baza radioemițătoarelor și pe care le putem rezuma astfel :

1. Producerea oscilațiilor de radiofrecvență cît mai stabile și cît mai curate posibil.
2. Amplificarea tensiunilor de radiofrecvență și legătura între etaje.
3. Multiplicarea frecvenței.
4. Manipularea și modulația.

Prin definiție, un auto-oscilator este un radioemițător cu un singur etaj, a cărui frecvență depinde de circuitele sale oscilante. La începuturile radioamatorismului auto-oscilatorul era foarte răspîndit, dar în prezent reglementările în vigoare interzic folosirea lui directă, ca urmare a instabilității sale de frecvență provocată de diferite influențe (variația constantelor circuitului oscilant, variația tensiunilor de alimentare etc.).

Pentru transmiterea de mesaje semnalul de radiofrecvență trebuie fie întrerupt ritmic (telegrafie), fie modulat cu ajutorul semnalelor de audiofrecvență (telefonie).

Auto-oscilatorul, a cărui stabilitate este pusă în discuție, cînd este folosit în directă legătură cu antena, poate avea o stabilitate remarcabilă dacă vom asigura tensiuni de alimentare constante, un cuplaj cît mai larg cu etajele următoare și funcționarea într-un regim cît mai ușor (tensiuni și putere reduse).

Oscilatoare (V.F.O.)

Literele V.F.O. reprezintă inițialele pentru „Variable frequency oscillator", respectiv „oscilator cu frecvență variabilă".

Astfel de oscilatoare sînt destinate pilotării radioemiţătoarelor. Calităţile lor trebuie să le apropie cît mai mult de un oscilator cu cristal de cuarţ, avînd în plus avantajul de a putea schimba frecvenţa de lucru în banda aleasă. Pentru aceasta însă sînt necesare următoarele precauţii :

1. Utilizarea mai multor etaje echipate cu tuburi electronice sau tranzistoare, cuplate cît mai larg, şi utilizarea lor cît mai departe de puterea maximă, pentru a evita influenţele asupra circuitelor oscilante, care pot duce la variaţii de frecvenţă.

2. Alimentarea trebuie stabilizată prin mijloacele cunoscute, tuburi stabilizatoare, diode Zener etc.

3. Circuitele oscilante trebuie să aibă un raport L/C cît mai mic şi bobinajele nedeformabile.

4. Amplasarea elementelor circuitelor oscilante cît mai departe de organele şi piesele care se încălzesc în timpul funcţionării.

5. O rigiditate mecanică impecabilă a întregului montaj şi a cablajelor. În mod special, toate elementele circuitelor oscilante nu trebuie să aibă nici un fel de joc.

Excitatoare. Amplificarea de radiofrecvenţă

Au rolul de a amplifica tensiunea de radiofrecvenţă şi de a multiplica frecvenţa semnalelor generate de oscilatorul pilot, pentru a se obţine suficientă energie de radiofrecvenţă necesară excitării etajului final de putere.

Pentru aceasta utilizăm unul sau mai multe etaje amplificatoare sau multiplicatoare de frecvenţă, echipate cu tuburi electronice sau tranzistoare. Trebuie reţinut că fiecare etaj solicită o anumită energie etajului anterior (respectiv, excitaţie) în funcţie de tubul electronic sau tranzistorul folosit. De reţinut că triodele cer o excitaţie mai mare decît tetrodele sau pentodele. Pentru un randament bun al amplificatoarelor este foarte importantă aplicarea unei excitaţii de grilă corectă.

Pentru a creşte puterea unui etaj fără a mări tensiunea anodică, putem folosi montajele în push-pull (în contratimp) sau în paralel. Primele sînt recomandabile ca urmare a simetriei lor, şi mai rar cele în paralel, la care capacităţile interne ale montajului cresc considerabil, ceea ce limitează folosirea metodei cu cît creşte frecvenţa de lucru.

Cuplajul între etajele de radiofrecvenţă

Transferul energiei de radiofrecvenţă de la un etaj la altul se poate realiza prin :

— cuplaj prin capacitate (fig. 300) ;

— cuplaj prin linie de joasă impedanţă (fig. 301).

Primul sistem este simplu, dar poate fi aplicat fără probleme

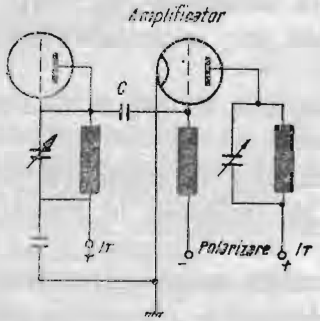


FIG. 300

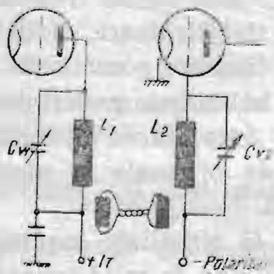


FIG. 301

numai la frecvenţe relativ joase, pînă în jurul frecvenţei de 15 MHz, impunînd o apropiere deosebită a celor două etaje. Condensatorul de cuplaj C va avea o tensiune de străpungere de cel puţin 3 ori tensiunea anodică utilizată. Se poate reproşa sistemului uşurinţa cu care apar perturbaţii la cele mai mici influenţe exterioare, precum şi intrarea cu uşurinţă în auto-oscilaţie a etajelor, ceea ce impune precauţii suplimentare.

Cuplajul prin linie de joasă impedanţă este mult mai liniştit şi permite fără pierderi apreciabile un transport de energie comod pe distanţe destul de mari. Linia în sine poate fi compusă dintr-o linie bifilară de televiziune, două conductoare izolate torsadate, sau un cablu coaxial prevăzut la capete cu bobine de cuplaj, compuse din cîteva spire, cuplate la capetele „reci" ale bobinelor din circuitele oscilante.

Polarizarea etajelor amplificatoare

Aceste etaje lucrează în general în clasă C, respectiv cu o polarizare egală sau mai puţin decît dublul tensiunii de tăiere (anulare) a curentului anodic. Aplicarea unor polarizări mari

permite un randament mare cu condiţia ca excitaţia să fie totdeauna la valoarea optimă. În aceste condiţii, un asemenea etaj poate avea un randament de 70...75%. Polarizarea poate fi obţinută :

— Prin intercalarea în circuitul grilei a unei rezistenţe R astfel calculată încît curentul de grilă să creeze la capetele ei o cădere de tensiune egală cu valoarea cerută (fig. 302). Metoda

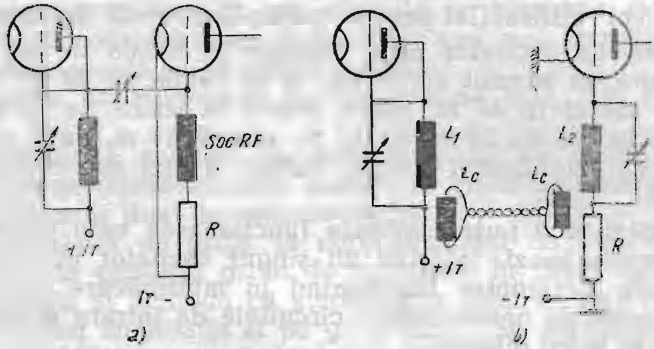


FIG. 302

este foarte simplă, dar nu se poate aplica decît la etajele de mică putere.

— Prin aplicarea unei tensiuni negative de valoarea cerută, furnizată de un redresor separat (polarizare fixă) ca în fig. 300 şi 301. De menţionat că un asemenea redresor poate servi la polarizarea mai multor etaje amplificatoare.

Neutrodinarea

Tuburile electronice triodă ale căror circuite de grilă şi anodic sînt acordate pe aceeaşi frecvenţă, auto-oscilează la aplicarea unei excitaţii pe grilă, din cauza cuplajului capacitiv intern grilă-placă. Uneori acest fenomen apare şi la tetrode şi pentode, la cuplaje strînse şi în etajele apropiate. Pentru a evita auto-oscilaţia se apelează la neutrodinare, care are rolul de a crea artificial un cuplaj de sens invers, cu scopul de a anula cuplajul parazit existent. Metoda este relativ simplă.

Multiplicarea de frecvenţă

Un etaj oscilator reglat pe o frecvenţă F, dependentă fie de caracteristicile circuitului oscilant, fie de dimensiunile şi frecvenţa unui cristal de cuarţ, furnizează nu numai o singură oscilaţie pe această frecvenţă, ci şi pe frecvenţe multiple (pare şi impare) : 2 F, 3 F, 4 F etc., denumite „armonici ale fundamentalei". Pe măsură ce armonicile sînt mai îndepărtate de fundamentală, devin din ce în ce mai slabe, dar armonicile 2, 3 şi 4 sînt perfect utilizabile pentru multiplicarea de frecvenţă.

Astfel, un oscilator pilot acordat în banda de 80 m poate da la ieşire un semnal acceptabil şi în banda de 40 m, iar etajul următor, atacat în 40 m, poate debita la ieşire fie în banda de 40 m, fie în cea de 20 m, de 15 m, sau de 10 m, după cum funcţionează ca amplificator simplu, dublor, triplor sau cvadruplor de frecvenţă.

În acest mod putem asigura funcţionarea unui radioemiţător în mai multe benzi, folosind un singur oscilator pilot. De notat că tuburile electronice funcţionînd în multiplicare de frecvenţă nu au nevoie de neutrodinare, circuitele de intrare şi ieşire fiind acordate în benzi diferite.

Funcţionarea cu un randament mai slab (40 . . . 60%) a etajelor multiplicatoare de frecvenţe solicită o excitaţie a lor mai mare ca în cazul amplificării şi o polarizare de preferinţă mai mare.

Etaje amplificatoare de putere (PA)

Ultimul etaj al unui radioemiţător care transmite energia de radiofrecvenţă la antenă este amplificatorul final sau P.A. (Power Amplifier) şi poate fi echipat cu un tub electronic sau două în push-pull (în contratimp) sau paralel. Tubul poate fi o triodă, tetrodă, sau pentodă, în funcţie de excitaţia disponibilă, de puterea ce vrem să obţinem, de simplitatea montajului etc.

Modulaţia radioemiţătoarelor

Aceasta constă în suprapunerea pe unda purtătoare generată de lanţul de radiofrecvenţă al radioemiţătorului a informaţiei pe care dorim să o transmitem (voce, muzică etc.) şi se poate realiza în mai multe moduri :

1. Prin modificarea amplitudinii undei purtătoare în ritmul modulației (modulația în amplitudine).

2. Prin limitarea transmisiei la una din benzile laterale, obținute prin modulația în amplitudine (emisiunile cu bandă laterală unică, B.L.U. sau S.S.B.).

3. Prin modificarea frecvenței undei purtătoare în funcție de modulație (modulația de frecvență).

În toate cazurile, organul care traduce semnalele sonore în variații de tensiune de audiofrecvență este microfonul. La recepție, intensitatea unui semnal modulat depinde nu numai de puterea undei purtătoare, ci mai ales de profunzimea modulației, care poate fi cuprinsă între 0 și 100%, cea mai mare inteligibilitate fiind asigurată de procentul maxim.

Sistemele de modulație de amplitudine cele mai cunoscute sînt:

— Modulația anodică, în care semnalul de audiofrecvență, amplificat corespunzător, este aplicat în circuitul anodic al etajului amplificator final de radiofrecvență.

— Modulația de grilă, în care semnalul de audiofrecvență este aplicat în circuitul grilei de comandă. În cazul folosirii tuburilor tetrodă și pentodă ca amplificator final de radiofrecvență se poate aplica modulația și pe grila-ecran sau supresoare.

— Modulația de catod, în care semnalele de audiofrecvență sînt aplicate în circuitul catodic al amplificatorului final de radiofrecvență. Este o modulație combinată, anodică și pe grilă, acționînd asupra tuturor electrozilor tubului final amplificator de radiofrecvență.

Modulația anodică. Vedem în fig. 303 că energia furnizată de amplificatorul de audiofrecvență se aplică în primarul transformatorului T.

Secundarul acestui transformator fiind parcurs de curentul continuu ce alimentează anodul, semnalele de audiofrecvență se suprapun peste aceasta. Pentru modulație 100% trebuie ca tensiunea de audiofrecvență la capetele secundarului să fie egală cu tensiunea de placă. În acest caz amplitudinea purtătoarei este dublată la punctele maxime de modulație.

Puterea de audiofrecvență necesară pentru obținerea acestui rezultat este egală cu jumătatea puterii de alimentare anodică (input).

Problemele esențiale sînt obținerea unei energii de audiofrecvență fără distorsiuni, egală cu 50% din consumul anodic al tubului modulat, și realizarea transformatorului de modulație care să permită transmiterea integrală a acestei energii în cir-

cuitul anodic al tubului final, asigurînd totodată adaptarea perfectă între impedanţa de ieşire a amplificatorului de audiofrecvenţă şi impedanţa circuitului de modulat.

Modulaţia pe grilă. În acest caz energia de audiofrecvenţă se aplică în circuitul grilei, secundarul transformatorului de modulaţie fiind înseriat în acest circuit (fig. 304). Dacă excitaţia şi polarizarea grilei de comandă a tubului amplificator final de radiofrecvenţă şi cuplajul acestuia cu antena sînt bine reglate,

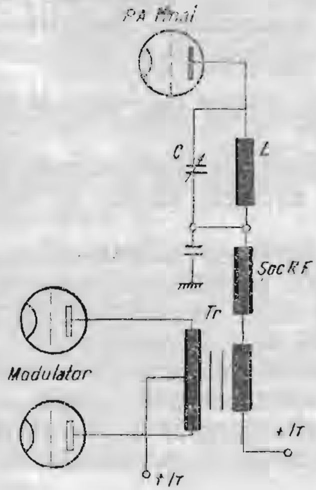


FIG. 303

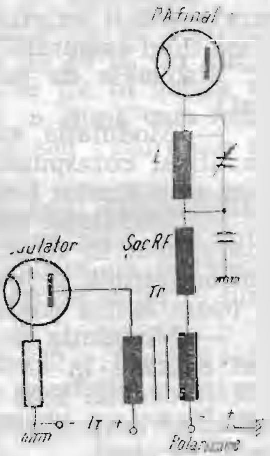


FIG. 304

puterea de radiofrecvenţă va varia în funcţie de tensiunea de audiofrecvenţă furnizată de modulator, prin transformator, şi aplicată grilei. Puterea de audiofrecvenţă necesară este minimă, cîţiva waţi fiind suficienţi pentru a modula profund un amplificator de mare putere. Transformatorul de cuplaj are de obicei raportul 1/1 şi este calculat în funcţie de tubul final folosit în amplificatorul de audiofrecvenţă.

Practic, în pauză, tubul din amplificatorul de radiofrecvenţă final este blocat.

Modulaţia produce modificarea polarizării grilei asigurînd puterea maximă numai la vîrfurile de modulaţie. Randamentul unui amplificator de R.F. modulat pe grilă este de cca 30% în repaus şi aproximativ 60% la vîrfurile de modulaţie, acest randament fiind deci mai redus decît la modulaţia anodică.

În cazul unui tub pentodă, tensiunea de audiofrecvență se poate aplica pe grila-ecran (modulație pe ecran) (fig. 305) sau pe grila supresoare (modulație pe supresoare) (fig. 306).

În cazul grilei-ecran, se reduce tensiunea de alimentare a acesteia la aproximativ 50% din valoarea maximă, iar pentru

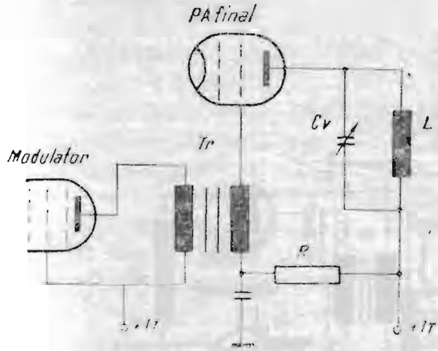


FIG. 305

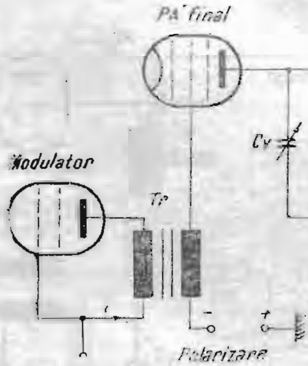


FIG. 306

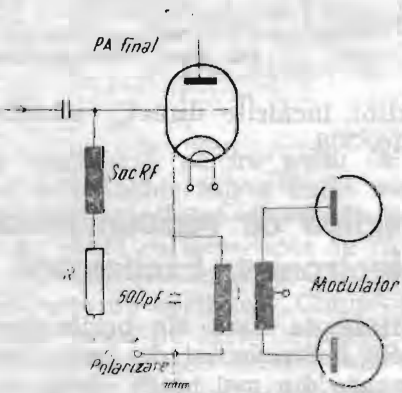


FIG. 307

cazul grilei supresoare, se aplică pe ea o tensiune de polarizare negativă, care să reducă curentul anodic la circa 50% din valoarea sa maximă. Transformatorul va fi calculat pentru adaptarea impedanțelor între ieșirea modulatorului și circuitul de modulat.

Modulaţia pe catod. Schema este reprezentată în fig. 307. Este de fapt o combinaţie între modulaţiile pe grilă şi anodică. Semnalul de audiofrecvenţă este aplicat pe catodul tubului final de radiofrecvenţă prin intermediul unui transformator a cărui impedanţă în secundar este adaptată circuitului de modulat, respectiv cel catodic.

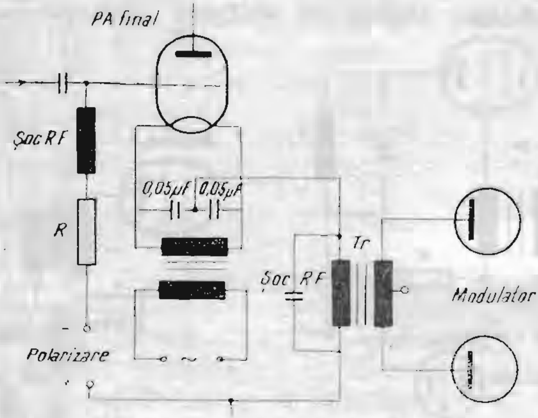


FIG. 308

În cazul tuburilor încălzite direct, modulaţia se aplică pe filament, conform fig. 308.

Montaje practice de radioemiţătoare cu tuburi electronice. Excitatoare

Una din condiţiile de bază ale oricărui radioemiţător este stabilitatea deosebită a frecvenţei de lucru, care se obţine utilizînd montaje compuse din mai multe etaje, o parte din acestea purtînd şi denumirea de V.F.O.

Montajul 1. Montajul prezentat în fig. 309 este un exemplu practic de oscilator „Clapp" echipat cu un tub electronic de tipul 6AG7 sau 6CL6. Frecvenţa de lucru a oscilatorului este cuprinsă între 3 500 şi 3 800 kHz, fiind determinată de elementele circuitului oscilant, L_1, C_1, C_2, C_3, C_4 şi C_5.

Bobina L_1 are un număr de 38 de spire din conductor CuEm cu ∅ 0,8 mm, aşezate pe o carcasă de ∅ 40 mm şi o lungime

a bobinajului de 50 mm. Circuitul anodic al oscilatorului este dezacordat, iar cuplajul cu etajele următoare se face aperiodic prin bobina de şoc de radiofrecvenţă $L_{\text{ş}2}$. Oscilatorul se alimentează cu o tensiune stabilizată de 150 V cu ajutorul tubului CГ4C şi a rezistenţei variabile R_2 de la orice redresor capabil să dea 250...350 V la 50 mA. Manipularea se face prin întreruperea circuitului catodic.

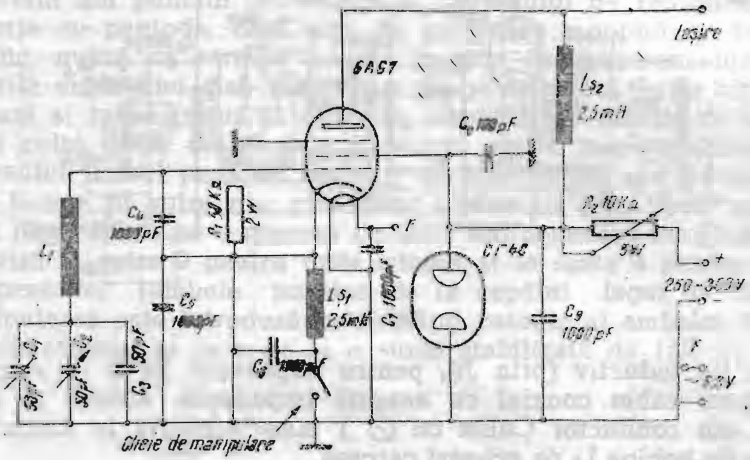


FIG. 309

Montajul se realizează pe un şasiu de aluminiu de 120×200×70 mm şi este închis într-o cutie metalică cu dimensiunile 125×205×150 mm. Cuplajul cu etajele următoare se face fie direct, fie printr-un cablu cu impedanţa de 75 Ω.

Montajul 2. Acesta este compus din două etaje (fig. 310), dintre care primul este un oscilator „Clapp" similar celui prezentat în fig. 298. Frecvenţa de lucru a oscilatorului este cuprinsă între 1 750 şi 1 900 kHz şi este determinată de elementele circuitului oscilant L_1, C_1 C_2, C_3, C_4. Etajul funcţionează în regim de dublare, deoarece circuitul anodic, format din bobina L_2 şi capacităţile parazite, intră în rezonanţă pe 3,5...3,8 kHz.

Cel de-al doilea etaj, echipat tot cu un tub 6AG7, lucrează fie ca amplificator, fie ca dublor, iar în circuitul său anodic se pot obţine frecvenţele de lucru de 3 500...3 800 kHz sau 7 000...7 600 kHz (în această bandă se vor folosi numai frecvenţele 7 000...7 100 kHz). Bobina L_1 are 62 spire din conductor CuEm cu ∅ 0,3 mm, aşezate spiră lîngă spiră pe o carcasă cu ∅ 25 mm;

L_2 are 126 spire din conductor CuEm cu ∅ 0,3 mm, așezate spiră lîngă spiră, pe o carcasă cu ∅ 12 mm, iar L_3 are 18 spire din conductor CuEm cu ∅ 1 mm, așezate spiră lîngă spiră pe o carcasă cu ∅ 40 mm.

Alimentarea se face dintr-o sursă stabilizată de 150 V. Manipularea se face în circuitul catodic al ambelor tuburi. Cuplajul cu etajele următoare se face fie direct (prin J_1), pentru impedanță

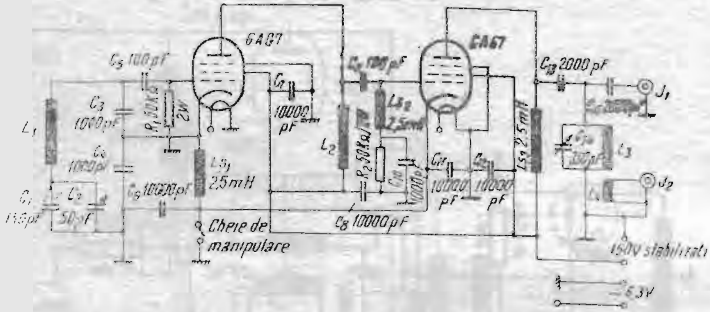


FIG. 310

mare, fie inductiv (prin J_2), pentru impedanță 75 Ω — respectiv printr-un cablu coaxial cu această impedanță. Bobina L_4 are 4 spire din conductor CuEm cu ∅ 1 mm, bobinate la distanța de 5 mm de bobina L_3 pe aceeași carcasă.

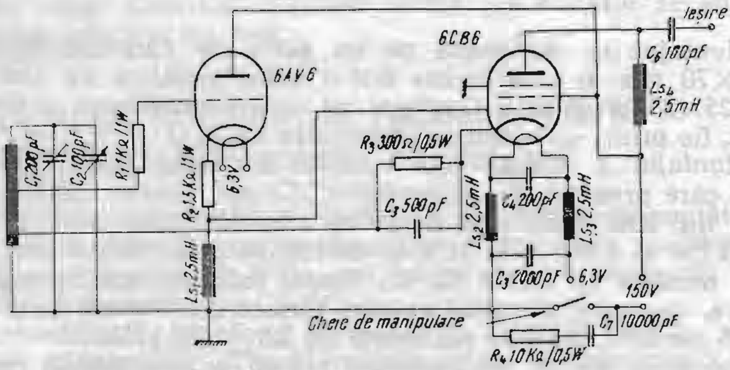


FIG. 311

Montajul asigură o putere de 1,5—2 W în benzile de 3,5 și 7 MHz și poate fi realizat pe un șasiu cu dimensiunile 120×200××70 mm, montat într-o cutie metalică de 124×204×150 mm.

Montajul 3. Montajul prezentat în fig. 311 se remarcă printr-o stabilitate foarte bună a frecvenței. Experimental s-a dovedit că în primele 30 de minute variația frecvenței nu depășește 20 Hz. Întregul montaj este un oscilator ce folosește o triodă cu factor mare de amplificare (peste 100), putîndu-se folosi fie un tub 6AV6 (tubul fiind o dublă triodă, se folosește una sau ambele triode în paralel), fie tubul 6H2П sau tubul 6F5, o pentodă cu pantă fixă. Trioda este montată ca repetor catodic și este conectată din punctul de vedere al curentului de radiofrecvență în serie cu pentoda, care este de asemenea montată ca repetor catodic, avînd ca sarcină bobina de șoc de radiofrecvență Ls_4. Datorită cuplajului slab prin priza de pe bobina L între circuitul oscilant și tubul triodă și aplicării tensiunii de reacție de la catodul celui de-al doilea tub, montajul are o mare stabilitate a frecvenței. Tubul pentodă poate fi de tipul 6CB6 sau 6Ф1П. Bobina L are 20 spire din conductor CuEm cu ∅ 1 mm, așezate spiră lîngă spiră, pe o carcasă de calit sau ceramică cu ∅ 40 mm, cu priză la spira 9 pentru grila triodei și la spira 4 pentru catodul pentodei (ambele pornind de la capătul legat de masă). Manipularea este introdusă în circuitul catodic al ambelor tuburi, iar alimentarea se face de la o sursă stabilizată de 150 V.

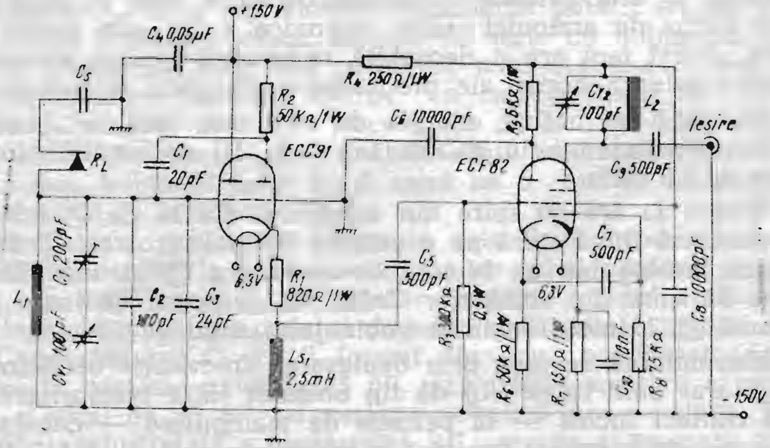


FIG. 312

Montajul 4. Schema din fig. 312 se remarcă de asemenea printr-o deosebită stabilitate a frecvenței. Montajul are trei etaje: oscilatorul propriu-zis, care folosește dubla triodă ECC91,

un repetor catodic lucrînd cu trioda tubului ECF82 (sau 6Ф1П) şi un amplificator clasic folosind jumătatea pentodă a aceluiaşi tub. Oscilatorul este, în esenţă, un multivibrator asimetric, căruia într-unul din circuite i s-a introdus un element reactiv.

Cuplajul între cele două triode se realizează prin catodul comun care permite reacţia necesară formării oscilaţiilor. De fapt, în acest mod sarcina catodică va fi aceeaşi, atît în curent continuu, cît şi în curent alternativ.

Montajul ales creează condiţii de funcţionare foarte lejere, astfel încît, la un factor de calitate Q al circuitului oscilant mai mare de 120, capacitatea internă a tubului ECC91 este suficientă pentru întreţinerea oscilaţiilor, chiar fără condensatorul de reacţie pozitivă C_1. Acest montaj asigură o oscilaţie atît de stabilă, încît chiar la o tensiune anodică de 10 V continuă să oscileze, obţinîndu-se la capetele bobinei de şoc de radiofrecvenţă din catod o tensiune de radiofrecvenţă de circa 1,5 V. Eventualele tendinţe de deplasare a frecvenţei, în timpul lucrului, către frecvenţe mai mari, se compensează prin montarea condensatorului ceramic C_2, de culoare albastră.

Cuplajul catodic dintre oscilator şi trioda tubului ECF82 (sau 6Ф1П), ca şi dintre aceasta din urmă şi jumătatea pentodă, anihilează total orice influenţă a etajelor următoare asupra oscilatorului. O altă calitate a acestui oscilator este şi conţinutul foarte redus de armonici (chiar armonica a 2-a este foarte atenuată). Acest fapt are o deosebită importanţă pentru eliminarea interferenţelor nedorite ale programelor de radio şi televiziune.

Pentru a se obţine energia de radiofrecvenţă necesară, se foloseşte pentoda tubului ECF82 (sau 6 Ф 1П) ca amplificator, în banda de 3,5 MHz.

Bobina L_1 are 60 spire din conductor CuEm cu ∅ 0,3 mm, aşezate spiră lîngă spiră pe o carcasă de polistirol cu ∅ 8 mm. Ea este închisă într-un blindaj de alamă cu ∅ 21 mm. Bobina L_2 are 33 spire din conductor CuEm cu ∅ 1 mm bobinate pe o carcarsă ∅ 25 mm, lungimea bobinajului fiind de 55 mm.

Manipularea se face prin deplasarea frecvenţei oscilatorului cu ajutorul unui releu (R_1) de tip obişnuit (fără temporizare), al cărui contact închis — în pauzele de manipulare — conectează în paralel cu circuitul oscilant o capacitate fixă cu mică C_5 de 50...100 pF. În acest fel frecvenţa de lucru a oscilatorului se micşorează cu 70...100 kHz faţă de frecvenţa de lucru. Releul poate fi acţionat dintr-o sursă separată de curent continuu. Acest fel de manipulare asigură un ton de foarte bună calitate, putînd fi aplicat la orice gen de oscilator. Alimentarea se face de la

o sursă de 150 V stabilizată. Ieşirea se face printr-un cablu coaxial de 75 Ω, avînd lungimea de 50 cm[1].

Montajul 5. Montajul, a cărui schemă de principiu este prezentată în fig. 313, foloseşte un oscilator „Franklin-Clapp". Acesta combină calităţile oscilatorului „Franklin", care asigură un cu-

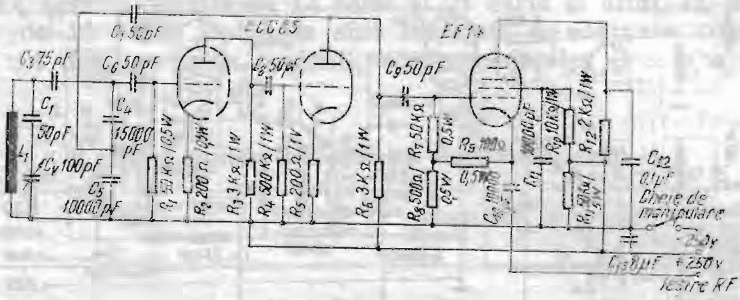


FIG. 313

plaj foarte slab al circuitului oscilant cu tubul şi o stabilitate mare a frecvenţei cu variaţia tensiunilor şi capacităţilor interne ale tubului, cu cele ale oscilatorului „Clapp". Înlăturînd neajunsul oscilatorului „Clapp", şi anume dependenţa puterii de ieşire de capacitatea condensatorului variabil în serie cu bobinajul, oscilatorul „Franklin-Clapp" s-a impus ca unul dintre cele mai stabile oscilatoare (aproape identic cu cel cu cristal de cuarţ). Circuitul acordat acoperă frecvenţele de la 3 500 kHz pînă la 3 800 kHz. Bobina L_1 are 26 spire din conductor CuEm cu ∅ 0,5 mm, bobinate spiră lîngă spiră pe o carcasă ceramică cu diametrul de ∅ 34 mm.

Oscilatorul propriu-zis foloseşte cele două triode ale tubului ECC85, oscilaţiile fiind amplificate de tubul pentodă de tipul EF14 sau 6AG7, montat ca repetor catodic. Anodul acestui tub este legat la masă din punctul de vedere al radiofrecvenţei.

Condensatorul C_1 va fi format din două condensatoare ceramice în paralel: unul de 15 pF, cu variaţie pozitivă a capacităţii, şi unul de 35 pF, cu variaţie negativă a capacităţii. Folosirea în exclusivitate a montajului RC permite o separare totală a oscilatorului de etajele ce urmează, ceea ce elimină influenţa acestora asupra stabilităţii frecvenţei oscilatorului. În schimb, tensiunea de radiofrecvenţă este redusă, fiind de ordinul a 1 V *fe*

[1] Sistemul acesta de manipulare a fost imaginat şi realizat de radioamatorul român ing. Liviu Macoveanu (Y03RD) în anul 1948.

iar impedanţa de ieşire este de 100 Ω. Etajul de ieşire, echipat cu pentodă EF14 (sau 6AC7), lucrează ca repetor catodic. Manipularea se poate face prin întreruperea alimentării anodice pe circuitul de minus general. Sursa de alimentare poate fi stabilizată, fără însă a fi absolut necesar acest lucru.

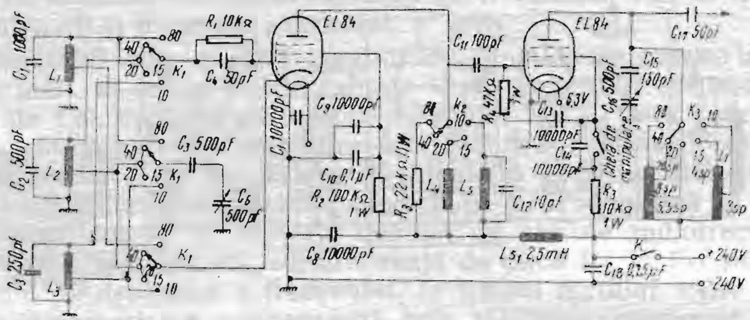


FIG. 314

Montajul 6. Excitatorul descris în continuare (fig. 314), deşi este compus numai din două etaje, asigură tensiuni de radiofrecvenţă în benzile de radioamatori de 3,5 ; 7 ; 14 ; 21 şi 28 MHz, suficiente pentru excitarea în condiţii normale a unui tub electronic 807 sau LS50.

Primul etaj este un oscilator cu cuplaj electronic, cu un tub EL84 care poate lucra pe trei bobine ce se schimbă cu ajutorul comutatorului K_1. Aceste bobinaje, ale căror caracteristici sînt indicate în tabelul 31, se execută din conductor CuEm cu spire alăturate, bobinate pe carcase ceramice cu ∅ 14 mm, cu miez reglabil.

Tabelul 31

Caracteristicile bobinelor oscilatorului din fig. 314

Bobina	Acord real MHz	Destinat benzilor MHz	Număr total de spire	Conductor mm	Priză la spira
L_1	1,75	3,5	26	0,6	10
L_2	3,5	7,14—21	21	0,8	9
L_3	7	28	10	0,8	4

Pentru a se obţine extinderea benzilor, condensatorul variabil C_6 este înseriat cu un condensator fix de 500 pF şi acest

ansamblu se leagă la diferite porţiuni ale bobinelor tot prin comutatorul K_1.

Grila-ecran a tubului oscilator este bine decuplată ca şi circuitul de alimentare al filamentului. Anodul tubului oscilator este legat prin intermediul comutatorului K_2, fie la rezistenţa R_3 de 22 kΩ (pentru benzile de 80 şi 40 m), fie la două bobinaje: unul, L_4, pentru benzile de 14 MHz şi 21 MHz şi altul, L_5, pentru banda de 28 MHz. Bobinele sînt realizate pe carcase ceramice cu ∅ 14 mm, cu miez reglabil, conform datelor din tabelul 32.

Tabelul 32

Caracteristicile bobinelor din placa oscilatorului

Bobina	Acord real MHz	Destinat benzilor MHz	Număr spire	Conductor mm	Condensator paralel pF
L_4	7	14 şi 21	38	0,6	Fără
L_5	14	28	30	0,6	10

Bobinajul L_5 are în paralel un condensator fix ceramic de 10 pF. Alimentarea anodică se face prin bobina de şoc de radiofrecvenţă L_{s1}.

Cel de-al doilea tub lucrează ca dublor sau triplor de frecvenţă. Catodul este legat direct la masă, iar polarizarea se face prin rezistenţa de grilă R_4. Circuitul anodic al tubului poate fi acordat în oricare din cele 5 benzi de lucru cu ajutorul comutatorului K_3. Bobina L_6 se realizează pe o carcasă ceramică sau de steatit cu ∅ 31 mm, avînd o lungime de 60 mm, şi are 33,5 spire din conductor Cu Em cu ∅ 1 mm, cu prize la spira 28 şi 20, lungimea bobinajului fiind de 51 mm.

Bobina L_7 are 7 spire din conductor CuEm cu ∅ 1 mm, bobinate pe o carcasă de 14 mm pe o lungime de 17 mm. După înfăşurare, carcasa se scoate şi rămîne un bobinaj în aer, care se cositoreşte direct pe contactele comutatorului K_3. Priza se face la spira 3.

Reglarea constă în stabilirea inductanţelor optime ale bobinajelor, prin varierea miezurilor reglabile, astfel încît, avînd condensatorul C_6 complet închis, oscilatorul să lucreze la capete de bandă: 1 750, 3 500 şi 7 000 kHz.

Alimentarea se face dintr-o sursă de 240 V. Manipularea se face prin întreruperea circuitului grilei-ecran a celui de-al doilea tub EL 84.

De menţionat că cele trei comutatoare pot fi montate pe acelaşi ax, constituind galeţii unui singur comutator. Puterea de radiofrecvenţă debitată este de 2—3 W pe toate benzile.

Montajul 7. Excitator VFX. După cum s-a văzut, oscilatoarele cu cristale de cuarţ asigură o mare stabilitate a frecvenţei, avînd însă dezavantajul lucrului pe frecvenţă fixă. Dintr-un calcul simplu rezultă că pentru a lucra în banda de 20 m (14 000 . . . 14 300 kHz), succedînd frecvenţele de lucru la cel puţin 5 kHz, sînt necesare cam 60 cristale de cuarţ, ceea ce este cu totul neeconomic şi nepractic. De aceea, radioamatorii folosesc, în general, oscilatoare cu frecvenţă variabilă.

Cerinţele unor oscilatoare de mare stabilitate au dus la construirea oscilatorului cu frecvenţă variabilă stabilizat, echipat totuşi cu cristale de cuarţ, şi care poartă denumirea de VFX. Prin utilizarea unui astfel de oscilator se poate obţine o bună stabilitate a frecvenţei, cuprinsă între 0,005 şi 0,001%.

La ieşirea unui asemenea oscilator se obţine o frecvenţă de lucru ce reprezintă suma sau diferenţa frecvenţelor unui oscilator cu cuarţ şi a unui oscilator cu frecvenţă variabilă, ce lucrează, de obicei, pe frecvenţe joase. Se foloseşte principiul schimbării de frecvenţă, oscilatorul cu frecvenţă variabilă purtînd denumirea de „oscilator de interpolare". În cele ce urmează se vor prezenta cîteva montaje practice de VFX.

Montajul din fig. 315 este compus din patru etaje. Primul etaj care foloseşte una din triodele primului tub, de tipul ECC83, este oscilatorul cu frecvenţă variabilă, între 600 şi 750 kHz, lucrînd în montaj „Clapp". Cea de-a doua triodă este un oscilator cu cuarţ care lucrează pe frecvenţa de 4 250 kHz. Pentru asigurarea unei oscilaţii stabile, rezistenţele R_3 şi R_4 sînt decuplate de condensatoare de capacitate mică. Tensiunea de radiofrecvenţă a oscilatorului cu cuarţ este aplicată uneia din triodele celui de-al doilea tub electronic ECC83, iar a oscilatorului de interpolare, celei de-a doua triode. În acest tub electronic se produce schimbarea de frecvenţă pe sarcina comună a celor două triode. Sarcina comună, formată din rezistenţele R_7 şi R_8, permite alegerea a două tensiuni în antifază. De pe rezistenţa anodică R_3 tensiunea de radiofrecvenţă se aplică pe grila de comandă a uneia din triodele celui de-al treilea tub electronic de tipul ECC82, iar tensiunea de pe sarcina catodică R_7 se aplică la grila celei de-a doua triode a aceluiaşi tub. Curenţii celor două triode fiind în antifază, în circuitul anodic se obţin numai frecvenţele rezultate din amestec şi se suprimă în mare măsură celelalte frecvenţe. Frecvenţele oscilatorului cu cuarţ şi ale celui de interpolare sînt atenuate cu cca 12 dB, iar celelalte frecvenţe armonice, cu

60...70 dB, în comparaţie cu nivelul semnalului util (frecvenţele cuprinse între 3 500 şi 3 650 kHz, rezultate din heterodinarea frecvenţei cristalului de cuarţ 4 250 kHz cu cele variabile de 600...700 kHz). Sarcina tubului este formată din filtrul de bandă L_2, C_{15}, L_3, C_{16} cu cuplaj capacitiv prin C_{17}.

Filtrul se montează într-un blindaj metalic, despărţit în două. Bobinajele L_2 şi L_3 se realizează pe carcase cu ∅ 20 mm şi au

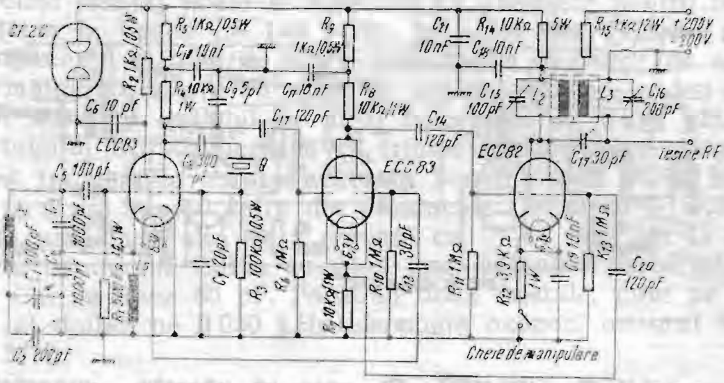


FIG. 315

cîte 36 spire bobinate una lîngă alta din conductor CuEm cu ∅ 0,3 mm. Blindajul se va realiza astfel încît distanţa dintre înfăşurări şi blindaj să fie cel puţin egală cu diametrul bobinelor — pentru a nu se înrăutăţi factorul de calitate.

Manipularea se face în circuitul catodic al celui de-al treilea tub. Bobina L_1 se compune din doi galeţi bobinaţi în sistem universal pe o carcasă cu ∅ 10 mm, conţinînd fiecare cîte 150 spire din conductor CuEm cu ∅ 0,15 mm, lăţimea fiecărui bobinaj fiind de 4 mm. De menţionat că filtrul de bandă L_2, C_{15}, L_3, C_{16} se acordă în banda de 3,5 MHz sau mai precis în jurul frecvenţei de 3 575 kHz. Montajul poate funcţiona mulţumitor şi dacă în locul filtrului de bandă se foloseşte un circuit rezonant simplu, cu un factor de calitate ridicat.

Alimentarea se face din orice redresor capabil să asigure 200 V şi 50 mA şi alimentarea filamentelor tuburilor.

Montajul 8. Excitator VXO. Montajul prezentat în fig. 316 poartă denumirea de VXO (variabil cristal oscilator) şi este un oscilator cu cristal de cuarţ la care, printr-un artificiu, se poate schimba frecvenţa de lucru cu cîţiva kilohertzi în jurul frecvenţei

de bază a cristalului. Întrebuinţat ca excitator la un radioemiţător de unde scurte sau ultrascurte, datorită multiplicărilor succesive ale frecvenţei, montajul poate asigura o plajă suficient de largă pentru acoperirea parţială a unor benzi de radioamatori, asigurînd totodată o foarte bună stabilitate a frecvenţei.

Etajul oscilator foloseşte tubul 6AK5, 6BA6 sau EF80. Variaţia frecvenţei de lucru este obţinută cu ajutorul condensato-

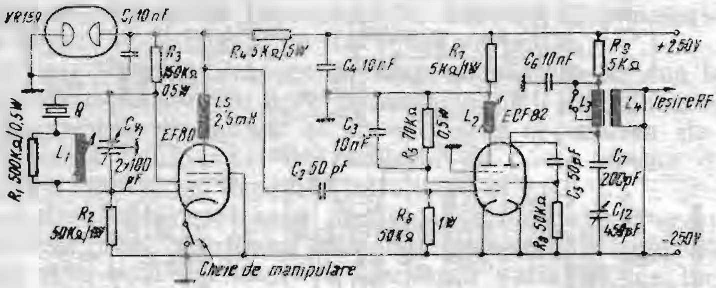


FIG. 316

rului variabil C_{v1} (2×100 pF), care se găseşte conectat între grila-ecran şi grila de comandă, împreună cu cristalul de cuarţ şi cu ansamblul L_1, R_1. Circuitul anodic al tubului este aperiodic, evitîndu-se în acest fel posibilitatea unei reacţii între ieşire şi intrare prin acest circuit. Alimentarea este stabilizată la 150 V printr-un tub VR 150 sau СГ 4С.

Tensiunea de radiofrecvenţă produsă de oscilator fiind redusă, este necesară amplificarea ei în etajele următoare. La ieşirea oscilatorului este conectat un etaj separator cu pentoda tubului ECF82 sau 6Ф1П.

În circuitul anodic al separatorului se găseşte circuitul de bandă largă L_2 calculat pentru mijlocul benzii de 7 MHz. S-a folosit pentru separator pentoda tubului, deoarece aceasta prezintă o capacitate parazită grilă-anod foarte mică. Partea triodă a tubului, avînd ca sarcină anodică circuitul acordat L_3C_{v2}, lucrează fie ca amplificator pe banda de 7 MHz, fie ca dublor în banda de 14 MHz. Folosind un cristal de cuarţ pe frecvenţa 7 050 kHz, se pot acoperi frecvenţele 7 000 . . . 7 050 kHz, iar cu un cristal pe frecvenţa 7 100 kHz se pot acoperi frecvenţele 7 050 . . . . . . 7 100 kHz.

Cuplajul cu etajele următoare se face cu ajutorul unui cablu coaxial de impedanţă 75 Ω. Bobina L_1 are 80 spire, bobinate

una lîngă alta din conductor CuEm cu ∅ 0,2 mm pe o carcasă de material plastic cu ∅ 10 mm, prevăzută cu miez feromagnetic reglabil ; L_2 are 100 spire bobinate una lîngă alta din conductor CuEm cu ∅ 0,2 mm, pe o carcasă similară cu L_1 ; L_3 are 14 spire din conductor CuEm cu ∅ 0,8 mm bobinate pe o carcasă cu ∅ 30 mm, cu priză la spira 6 pentru banda de 14 MHz, lungimea bobinajului fiind de 20 mm, iar L_4 are 3 spire din conductor CuEm cu ∅ 1 mm bobinate peste capătul inferior al bobinei L_3.

Acelaşi montaj poate fi folosit şi ca excitator pentru un radioemiţător în banda de 144 MHz. În acest caz valorile pieselor componente şi tuburile electronice rămîn aceleaşi (cu excepţiile următoare : L_2 are 90 spire în loc de 100, acordîndu-se cu ajutorul miezului reglabil în jurul frecvenţei de 8 050 kHz, iar trioda tubului ECF82 lucrează ca triplor de frecvenţă, asigurînd la ieşire frecvenţele corespunzătoare benzii de 24 MHz. Bobina L_3 are în acest caz 10 spire din conductor CuEm cu ∅ 0,8 mm, bobinate una lîngă alta pe o carcasă cu ∅ 14 mm, iar L_4 are 2 spire din conductor CuEm cu ∅ 1 mm, bobinate peste mijlocul lui L_3 ; C_{v2} va avea 50 pF. Folosind două cristale, unul pe 8 100 kHz şi al doilea pe 8 050 kHz, se poate acoperi integral banda de 144 MHz.

Amplificatoare de putere, de radiofrecvenţă

Montajul 9. Schema de principiu a unui amplificator de putere de 280...350 W, de radiofrecvenţă, compus din două etaje, este prezentată în fig. 317. Amplificatorul poate lucra în regim de telegrafie, de telefonie MA, şi de telefonie cu o singură bandă laterală (BLU) pe benzile de radioamatori de 3,5 ; 7 ; 14 şi 21 MHz.

Primul etaj, echipat cu tubul 807 sau LS50, lucrează în schema cu grila la masă în regim liniar, clasa AB_1.

Schema cu grila la masă, deşi are un coeficient mai mic de amplificare (puterea la intrare este de 13...15% din puterea de ieşire), are avantajul că nu autooscilează şi deci nu cere nici un fel de precauţii speciale sau neutrodinare. În plus, impedanţa de intrare pe catod fiind mică, etajul poate fi atacat direct prin cablu coaxial de 75 Ω, eliminîndu-se astfel circuitele de adaptare necesare la schemele clasice. În circuitul anodic al primului etaj este montat un circuit acordat, compus din L_1, L_2, C_6 şi comutatorul K_1, cu care se face trecerea de la o bandă la alta.

Etajul final, echipat cu tubul 813 sau GK71, funcţionează în regim liniar, clasă AB_1, pentru lucrul în BLU, sau în regim

clasă C pentru lucrul în telegrafie sau MA. Regimul de lucru se determină pentru clasă C prin tensiunea de negativare de — 110 V, stabilită prin rezistența R_6 și potențiometrul R_5.

Pentru clasa de lucru AB_1, prin comutatorul K_2 se anulează tensiunea de negativare, aceasta efectuîndu-se automat prin rezistența R_7.

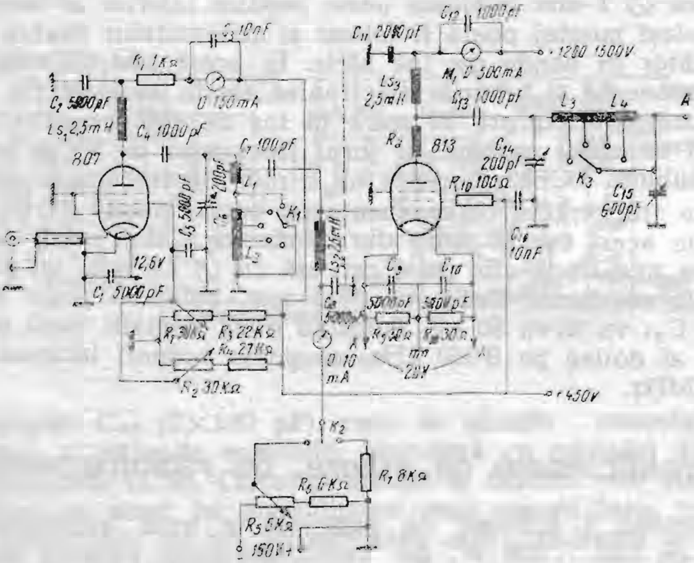


FIG. 317

Tensiunea grilei-ecran este, în ambele regimuri, de +450 V. Curentul de grilă se urmărește printr-un miliampermetru de 0 . . . 10 mA, iar cel anodic, prin miliampermetrul M_1 de 0 . . . 500 mA. Acordul etajului final și adaptarea cu antena se fac printr-un filtru în π, compus din bobinele L_3, L_4, condensatoarele C_{14}, C_{15} și comutatorul K_3.

Bobinele se confecționează astfel: L_1 are 5 spire din conductor CuEm cu ∅ 2 mm, bobinate fără carcasă, diametrul bobinei fiind de 17 mm, lungimea bobinajului de 8 mm și priză la spira 2,5; L_2 are 32 spire din conductor CuEm cu ∅ 1,2 mm; bobinate pe o carcasă cu ∅ 40 mm, cu prize la spira 2 pentru 21 MHz, la spira 4 pentru 14 MHz și la spira 14 pentru 7 MHz, lungimea bobinajului fiind de 70 mm. Bobinele sînt închise într-un bobinaj circular de aluminiu, cu ∅ 70 mm; bobina L_3 are

6 spire din conductor de cupru argintat cu ∅ 3 mm, fără carcasă, diametrul bobinei fiind de 40 mm, lungimea bobinajului de 70 mm, cu priză la spira 3; bobina L_4 are 30 spire din conductor CuEm, izolat cu mătase, cu ∅ 2 mm, primele 10 spire distanţate la 2 mm şi următoarele la 1 mm, cu priză la spira 2,5 pentru banda 14 MHz şi la spira 10 pentru banda 7 MHz. Diametrul carcasei este de 50 mm.

Rezistenţa antiparazită R se confecţionează din fir de nichelină cu ∅ 1 mm şi are 4 spire, fără carcasă, diametrul rezistenţei fiind de 10 mm.

Alimentarea se face de la două redresoare, unul capabil a debita 450 V la 200 mA, iar celălalt, 1 500 V la 500 mA.

Reglajul constă în stabilirea regimului de lucru la ambele etaje. Etajul preamplificator în clasă AB_1 va avea în repaus un curent de 40...45 mA, iar etajul final, pentru aceeaşi clasă de funcţionare, va avea în repaus circa 40 mA.

Tensiunea anodică va fi de 1 500 V, în regim de telegrafie şi BLU, şi de 1 200 V pentru MA. Curentul anodic al tubului final va fi de 200...250 mA şi puterea absorbită de 280...350 W.

Etajul final poate fi modulat pe oricare din electrozii tubului electronic 813.

Montajul 10. Montajul descris în continuare este un etaj amplificator de putere de radiofrecvenţă lucrînd cu un tub electronic 813 (fig. 318). Amplificatorul absoarbe o putere de 500 W pe benzile de radioamatori 3,5; 7; 14; 21 şi 28 MHz şi asigură

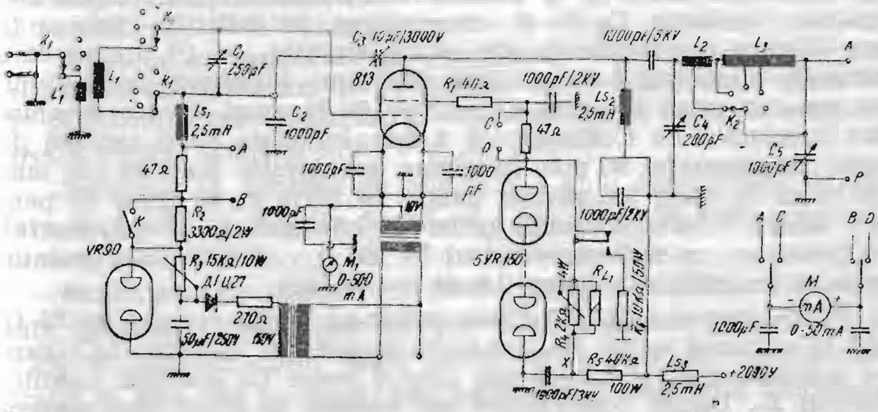


FIG. 318

o amplificare liniară a semnalelor BLU. Pentru amplificarea în regim de telegrafie și MA, tubul lucrează în clasă C, iar pentru amplificarea semnalelor BLU, în clasă AB_2, Cele două regimuri de lucru sînt stabilite prin tensiunile de negativare corespunzătoare aplicate grilei de comandă.

Redresorul de negativare asigură o tensiune negativă de —130 V. La capetele tubului stabilizator VR—90 se obține o tensiune negativă de — 90 V. La bornele rezistenței R_2 se obține, pentru un curent normal de grilă de 15 mA, o tensiune negativă suplimentară de — 50 V care, împreună cu cei — 90 V de la tubul stabilizator dau o tensiune negativă de —140 V. Această tensiune se aplică grilei de comandă, stabilind regimul de lucru al tubului în clasa C. Prin închiderea întreruptorului K se scurtcircuitează rezistența R_2, iar tensiunea negativă scade la —90 V, ceea ce determină trecerea tubului în regim de lucru clasă AB_2. Alimentarea grilei-ecran se face, pentru ambele regimuri de lucru, de la +750 V, stabilizați prin 5 tuburi stabilizatoare VR150.

Protecția grilei-ecran împotriva unui curent prea mare se face prin releul R_{L1}, care prin rezistența variabilă R_4 se reglează astfel, încît să acționeze cînd curentul grilei-ecran depășește 40 mA. În cazul în care dispunem de un redresor ce debitează +750 V (pentru alimentarea prefinalului, de exemplu) prevăzut cu o rezistență de sarcină suficient de mică pentru a nu permite o variație a tensiunii mai mare de 20—30 V, se poate renunța la tuburile stabilizatoare, iar circuitul grilei-ecran se leagă la acest redresor în punctul X, renunțîndu-se la rezistența R_3.

Acordul circuitului anodic și adaptarea la antenă se fac cu ajutorul unui filtru în π, compus din bobinele L_2, L_3, condensatoarele variabile C_4, C_5 și comutatorul pe calit K_2. Bobina L_2 are 6 spire din conductor de cupru argintat, cu ∅ 3 mm, fără carcasă, diametrul bobinei fiind 60 mm, lungimea bobinajului 80 mm, cu priză la spira 4, pornind de la anod. L_3 are 30 spire din conductor de CuEm cu ∅ 2 mm, bobinate pe o carcasă de calit, cu diametrul 80 mm, lungimea bobinajului fiind de 120 mm, cu priză la spira 2,5 pentru banda 14 MHz și la spira 10 pentru banda 7 MHz. Curenții grilei de comandă și ai grilei-ecran se urmăresc cu miliampermetrul M, de 0 . . . 50 mA, iar curentul catodic, cu miliampermetrul M_1 de 0—500 mA.

Conectarea etajului se face printr-un cablu coaxial de 75 Ω, iar în circuitul grilei de comandă se găsește circuitul L_1C_1 care se schimbă pentru fiecare din cele 5 benzi cu ajutorul comutatorului K_1. Datele constructive ale bobinei L_1 și L_1' sînt prezentate în tabelul 33.

Tabelul 33

Datele constructive ale bobinelor L_1 și L_1' din fig. 318

Banda de frecvențe MHz		3,5	7	14	21	28
Diametrul conductorului CuEm, mm	L_1 L_1'	1 1,5	1 1,5	1 1,5	1,5 1,5	1,5 1,5
Diametrul carcasei, mm	L_1	25	20	16	16	16
Numărul de spire	L_1 L_1'	32 5	18 3	10 2	7 2	5 2
Lungimea bobinajului, mm	L_1'	50	30	30	22	16
	L_1'	Spiră lîngă spiră	Spiră lîngă spiră	Spiră lîngă spiră	Spiră lîngă spiră	Spiră lîngă spiră

Bobina L_1' se bobinează pentru toate benzile peste capătul inferior al bobinei L_1.

Condensatorul variabil cu aer C_3 este de tip special cu distanța minimă între plăci de 3 mm și servește pentru neutrodinarea etajului amplificator, iar C_4 trebuie să aibă o distanță minimă între plăci de 2 mm.

Montajul se realizează pe un șasiu de aluminiu cu dimensiunile 325×425×100 mm și se închide apoi într-o cutie metalică de dimensiuni corespunzătoare. Alimentarea se face dintr-un redresor capabil a debita 2 000 V și 300 mA.

Montajul 11. Schema de principiu a unui amplificator de putere de 1 kW pe benzile de 3,5; 7; 14; 21 și 28 MHz este prezentată în fig. 319.

Montajul este echipat cu două tuburi electronice 813 montate în paralel, tensiunea anodică fiind cuprinsă între 2 200 și 2 250 V. Amplificatorul poate lucra, fie în clasă C, pentru telegrafie și MA, fie în clasă AB_1 pentru BLU. Excitația amplificatorului se face printr-un cablu coaxial cuplat inductiv cu circuitul

acordat L_2C_1. Datele constructive pentru bobinele L_1 și L_2 sînt prezentate în tabelul 34.

Bobina L_1 se bobinează pentru toate benzile peste capătul inferior al bobinajului L_2.

Redresorul de negativare, echipat cu tubul 6X4 sau EZ80, asigură o tensiune negativă stabilizată de 150 V. Prin comutatorul

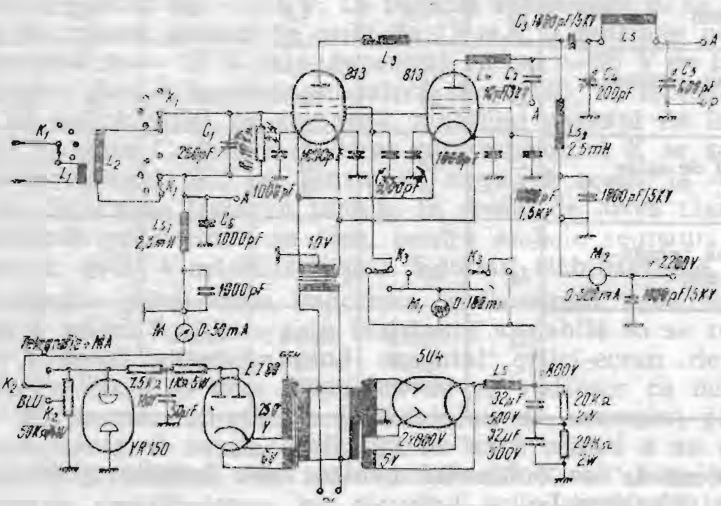


FIG. 319

K_2 se alege fie negativarea de —150 V (pentru lucrul în clasă C), fie —60 . . . —70 V pentru lucrul în clasă AB_1. Grilele-ecran sînt alimentate de la un redresor separat, capabil a debita 750—800 V la 200 mA. Curentul grilei de comandă se urmărește cu miliampermetrul M de 0—50 mA, iar al grilelor-ecran cu miliampermetrul M_1 de 0—100 mA. Prin comutatorul cu doi galeți K_3 se poate urmări, la alegere, curentul fiecărei grile-ecran. Curentul anodic se urmărește cu miliampermetrul M_2 de 0 . . . 500 mA.

În circuitele anodice ale celor două tuburi se găsesc bobinele antiparazite L_3 și L_4 care în benzile de 14, 21 și 28 MHz împiedică apariția oscilațiilor parazite. În benzile de 3,5 și 7 MHz aceste bobine pot lipsi. L_3 și L_4 au 6 spire din conductor de CuEm cu ∅ 1 mm, fără carcasă, diametrul bobinei fiind de 6 mm, lungimea bobinajului de 12 mm.

Circuitul acordat de ieșire este, ca și la montajele anterioare, un filtru π compus din condensatoarele C_4, C_5 și bobina L_5. Dată

fiind intensitatea mare a curenţilor de RF, nu este recomandabilă folosirea unui comutator şi se preferă soluţia bobinajelor demontabile. Acestea sînt montate pe suporturi de calit cu banane me-

Tabelul 34

Datele constructive ale bobinelor L_1 şi L_2 din fig. 319

Banda de frecvenţe MHz		3,5	7	14	21	28
Diametrul conductorului CuEm, mm	L_2 L_1	0,8 1,5	0,8 1,5	1 1,5	1,5 1,5	1,5 1,5
Diametrul carcasei, mm		25	25	25	25	25
Numărul de spire	L_2 L_1	32 4	20 3	9 2	6 1	4 1
Lungimea bobinajului, mm	L_2	Bobinaj spiră lîngă spiră	Bobinaj spiră lîngă spiră	18	18	12

talice care se introduc în borne fixate pe o placă de calit. Bobina L_5 se confecţionează astfel: pentru banda de 3,5 MHz are 32 spire din conductor de CuEm, izolat cu mătase, cu ∅ 2 mm, lungimea bobinajului 100 mm, bobinat pe o carcasă cu diametrul ∅ 75 mm; pentru 7 MHz are 15 spire, din conductor de cupru argintat cu ∅ 3 mm, lungimea bobinajului 90 mm, fără carcasă, diametrul bobinei de 65 mm; pentru 14 MHz are 8 spire din conductor sau ţeavă de cupru argintat cu ∅ 5 mm, lungimea bobinajului 100 mm, fără carcasă, diametrul bobinei de 65 mm; pentru 21 MHz are 6 spire din conductor ca la 14 MHz, lungimea bobinajului 75 mm, fără carcasă, diametrul bobinei de 65 mm; pentru 28 MHz are 3,5 spire din conductor ca la 14 MHz, lungimea bobinajului 50 mm fără carcasă, diametrul bobinei de 65 mm. În cazul apariţiei oscilaţiilor parazite se foloseşte neutrodinarea prin condensatorul variabil cu aer C_2 (de maximum 10 pF) şi care are distanţă mare între plăci (minimum 3 mm). Acelaşi lucru este valabil şi pentru C_4.

Montaje de radioemițătoare cu cristal de cuarț

Montajele de radioemițătoare ce folosesc cristale de cuarț asigură o stabilitate deosebit de bună a frecvenței de lucru și simplifică atît construcția, cît și reglarea radioemițătorului.

Montajul 12. Schema din fig. 320 folosește un tub electronic

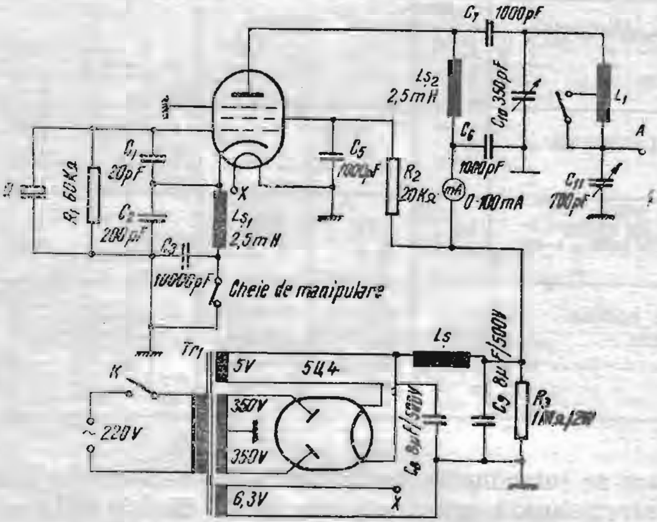


FIG. 320

de tipul 6AG7, 6CL6 sau 6П9 și permite lucrul în regim de telegrafie în benzile de radioamatori de 3,5 și 7 MHz. După cum se vede și din schema de principiu, este vorba de un oscilator clasic cu cuarț în grilă și circuit oscilant în anod.

Grupul de condensatoare C_1, C_2, precum și bobina de șoc de RF L_{s1} asigură un grad ridicat al reacției pozitive. Circuitul acordat de ieșire este format din bobina L_1 și condensatoarele variabile C_{10} și C_{11}, care formează un filtru π. Prin folosirea în întregime a bobinei L_1 se poate lucra în banda de 3,5 MHz, iar prin scurtcircuitarea unei porțiuni din bobinaj — în banda de 7 MHz. Folosirea la ieșire a filtrului π permite cuplarea oricărui tip de antenă cu impedanță între 50 și 1 000 Ω.

Montajul se alimentează dintr-un redresor capabil a asigura o tensiune de 350 V la 50 mA, precum și tensiunile de filament

pentru tubul oscilator şi tubul redresor. Întregul montaj, inclusiv redresorul, se poate realiza pe un şasiu din tablă de aluminiu cu dimensiunile 18×30×7 cm.

Manipularea se face în circuitul de catod al tubului.

Bobina L_1 se realizează pe o carcasă cu diametrul de 35 mm, din conductor CuEm, izolat cu mătase, cu ∅ 1 mm, bobinat spiră lîngă spiră, şi este compusă din 32 spire cu priză la spira 14 pentru banda de 7 MHz. Reglarea montajului se rezumă la introducerea în borne a cristalului de cuarţ şi reglarea filtrului π prin cele două condensatoare C_{10} şi C_{11}, astfel încît un bec de 25 W/220 V montat între borna de ieşire a filtrului π şi masă să indice luminozitatea maximă. Apoi se trece pe antena cu care se va lucra şi se refac acordurile condensatoarelor C_{10} şi C_{11}, începînd cu C_{11} de la capacitatea maximă şi deschizîndu-l puţin cîte puţin, după care se reface acordul din C_{10} pînă se obţine luminozitate maximă. Curentul anodic indicat de miliampermetru va fi cuprins între 20 şi 30 mA, ceea ce corespunde unei puteri utile de 7 . . . 10 W.

De remarcat că, în banda de 7 MHz, unde etajul lucrează în regim de dublare de frecvenţă, puterea va fi mai scăzută decît pentru 3,5 MHz.

Datorită simplităţii sale constructive, numărului redus de piese şi reglajului uşor acest montaj este recomandabil pentru radioamatorii începători.

Montajul 13. Schema de principiu a unui alt montaj, cu frecvenţă fixă, se prezintă în fig. 321. Acest radioemiţător de concepţie clasică a fost realizat pentru radioamatorii care au mai puţină experienţă în probleme de radioemisie. Tubul electronic folosit în etajul de radiofrecvenţă permite obţinerea unei puteri de circa 50 W, suficientă pentru lucrul în benzile de 3,5 şi 7 MHz. Se poate reproşa acestui montaj frecvenţa fixă de lucru, dar utilizarea cristalului de cuarţ asigură o excelentă stabilitate a frecvenţei, iar schimbarea cristalelor permite lucrul pe mai multe frecvenţe.

Tubul oscilator este de tipul 6AG7, 6CL6 sau 6П9 care, datorită pantei mari permite, la un curent relativ slab în circuitul cristalului, asigurarea unei tensiuni de excitaţie suficiente pentru tubul final. În circuitul anodic al oscilatorului se găseşte bobina L_1 care, împreună cu capacităţile parazite, permite acordul în banda de 7 MHz, asigurîndu-se şi pe această bandă o putere suficientă. Această bobină are 36 spire din conductor CuEm cu ∅ 0,5 mm, bobinate spiră lîngă spiră pe o carcasă de ∅ 20 mm. La ieşirea din radioemiţător este montat un filtru π, ale cărui valori permit utilizarea unei linii de impedanţă joasă (50 . . . 100 Ω).

condensatorul C_4 reprezentînd o capacitate suplimentară, numai pentru banda de 3,5 MHz. Pentru a evita ca în cazul străpungerii lui C_2 tensiunea de alimentare să apară în antenă, se folosește bobina de șoc de radiofrecvență L_{s3} care, în acest caz, pro-

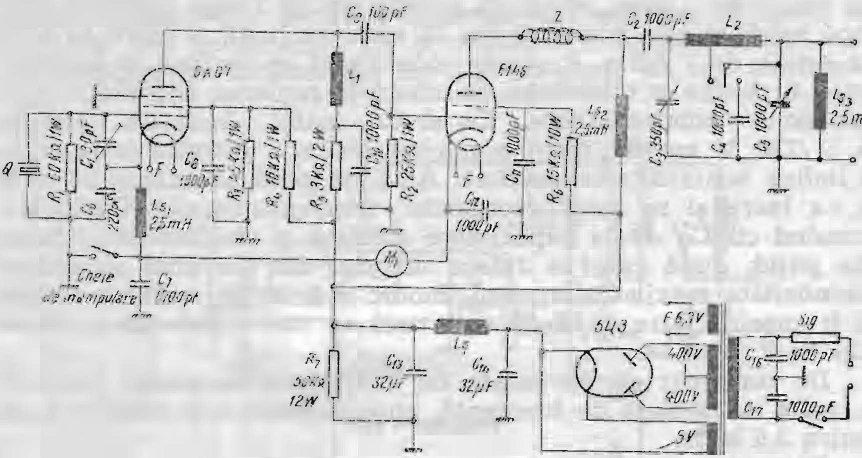


FIG. 321

voacă scurtcircuitarea înaltei tensiuni și arderea siguranței din primarul transformatorului de alimentare. Bobina L_2 are 30 spire din conductor CuEm cu ∅ 1,5 mm, bobinate pe o carcasă cu diametru ∅ 30 mm, lungimea bobinajului de 90 mm, cu priză la spira 15.

Circuitul Z cuprinde un bobinaj de 10 spire din conductor CuEm cu ∅ 0,3 mm, bobinate pe o rezistență de 100 Ω/1 W și elimină oscilațiile parazite de foarte înaltă frecvență.

Manipularea se face în circuitul de catod al ambelor tuburi.

Curentul etajului final se măsoară cu miliampermetrul M_1 de 200 mA. Alimentarea se face la 400 V. Emițătorul lucrează în ambele benzi cu un singur cristal avînd frecvența între 3 500 . . . . . . 3 525 kHz. Tubul folosit în etajul final este de tipul 6146, 6DQ6, LS50 sau OS51 și curentul catodic la acord va fi cuprins între 110 și 140 mA, diferind de la un tub la altul. Reglarea se face, ca și la montajele anterioare, prin modificarea valorii condensatoarelor C_3 și C_5 pînă la luminozitatea maximă a unui bec de 60 W montat la ieșirea filtrului. Apoi se refac reglajele pe antena folosită.

Radioemiţătoare cu două etaje, cu frecvenţă variabilă

Montajul 14. Etajul oscilator al acestui radioemiţător, echipat cu un tub EL95, lucrează fie cu frecvenţă variabilă (în montaj Colpitts), fie cu cristal. Circuitul oscilant este astfel calculat, încît lucrează în banda de 7 MHz (fig. 322), iar cristalele de cuarţ folosite vor avea frecvenţa de lucru fie în jurul valorii 7 MHz, pentru benzile de 14 şi 21 MHz, fie de circa 14 MHz, pentru banda de 28 MHz.

Radioemiţătorul este proiectat pentru lucrul în benzile de 14, 21 şi 28 MHz, fie ca instalaţie fixă de mică putere, fie ca instalaţie mobilă, fie eventual ca excitator pentru o staţie de putere mai mare. Pentru aceasta, în circuitul anodic al oscilatorului este prevăzut circuitul acordat C_{11}, L_2, care poate acoperi benzile de 14, 21 şi 28 MHz. Etajul final de radiofrecvenţă lucrează ca amplificator pe toate benzile. Acordul etajului final se face pe un circuit acordat simplu, la care antena simetrică este cuplată inductiv.

Manipularea se face în circuitul de catod al oscilatorului, iar alimentarea — dintr-un redresor capabil a asigura 250 V/ 100 mA.

Tubul final este alimentat de la acelaşi redresor prin secundarul transformatorului de modulaţie, montajul putînd lucra cu modulaţie anodică şi de ecran. Se recomandă o ecranare deose-

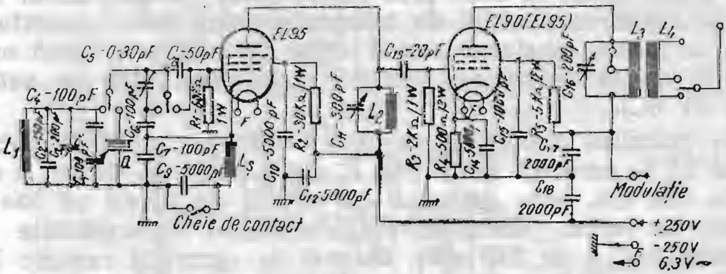


FIG. 322

bit de îngrijită între etaje — pentru a evita apariţia oscilaţiilor parazite ale etajului final. Bobina L_1 are 10 spire din conductor CuEm cu ∅ 0,8 mm, bobinate spiră lîngă spiră pe o carcasă de ∅ 30 mm. L_2 are 5 spire din conductor CuEm cu ∅ 1 mm, bobi-

nate pe o lungime de 20 mm, diametrul carcasei fiind de 25 mm. L_3 are 6 spire din conductor CuEm cu ∅ 1,5 mm, bobinate pe o lungime de 20 mm pe o carcasă cu ∅ 30 mm, cu priză la spira 4 (pornind de la capătul legat la alimentarea anodică). L_4 se bobinează pe aceeaşi carcasă cu L_3 şi are 3 spire cu priză la spira 2, din conductor CuEm cu ∅ 1,5 mm, pe o lungime de 10 mm. Distanţa între L_3 şi L_4 se va determina prin încercări, ea fiind cuprinsă între 4 şi 10 mm. La un reglaj corect etajul final are un curent de circa 60 mA, corespunzînd unei puteri absorbite de 15 W. În banda de 28 MHz, puterea absorbită poate scădea la 6—10 W, în cazul folosirii unui cristal de 7 MHz.

Montajul 15. Radioemiţătorul descris în continuare este compus din două etaje, prezentînd o construcţie simplă şi eficace. Aparatul lucrează în benzile de 3,5 ; 7 ; 14 ; 21 şi 28 MHz, fie cu cristale de cuarţ, fie fără. Din schema de principiu (fig. 323) se observă că oscilatorul echipat cu tubul 6AG7 lucrează în montaj Colpitts, acoperind frecvenţele 1 750 . . . 1 900 kHz şi 3 500 . . . . . . 3 800 kHz. Poziţia de lucru, cu frecvenţă variabilă sau cu cristal de cuarţ, se determină prin comutatorul K_1. Alimentarea grilei-ecran se face de la o sursă stabilizată la 150 V prin tubul СГ4С. Circuitul anodic al oscilatorului poate fi acordat pe toate cele 5 benzi de lucru prin circuitul acordat L_2, C_{11}, C_{12}. Pe benzile de 3,5 şi 7 MHz se lucrează cu întreg bobinajul L_2, iar pe 14, 21 şi 28 MHz, numai cu o parte, restul fiind scurtcircuitat prin K_2.

Etajul final de radiofrecvenţă, echipat cu un tub de tipul LS50, lucrează în clasă C cu o tensiune de negativare pe grila de comandă de 80 V, reglabilă prin potenţiometrul P_1. Alimentarea grilei-ecran se face prin intermediul comutatorului K_3 care permite alegerea poziţiei de telegrafie (cînd este alimentată prin R_8 de la înalta tensiune) sau a celei de telefonie (cînd este alimentată de la tensiunea anodică a tubului final de audiofrecvenţă 6V 6C).

În circuitul anodic al tubului LS50 este montată bobina de şoc de RF L_3 care, ca şi L_{s1} şi L_{s2}, are 2,5 mH, şi filtrul π compus din L_3, C_{18}, C_{19}, care lucrează ca circuit de acord pe toate cele 5 benzi de lucru. Curentul etajului final se urmăreşte cu un miliampermetru de 150 mA, montat în circuitul catodic la bornele M_1, iar cel de grilă cu un miliampermetru de 10 mA, montat la bornele M_2. Se poate folosi acelaşi instrument cu două scări de sensibilitate.

Bobina L_1 are 34 spire din conductor CuEm cu ∅ 0,5 mm, bobinate pe o carcasă ceramică de ∅ 16 mm pentru 1 750 . . . 1 900 kHz şi priză la 12 spire de la masă pentru 3 500 . . . 3 800 kHz

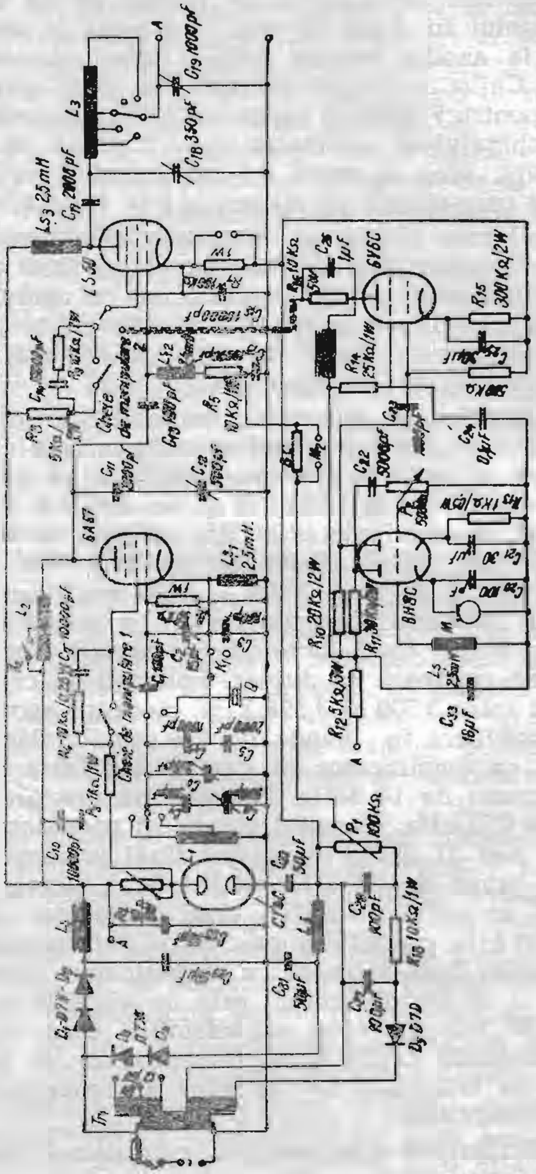

L3
C18 350 pF
C19 1000 pF
6Y6C
R15 300 KΩ/2W
Cheie de manipulare 1

FIG. 323

lungimea bobinajului fiind 21 mm. Ea se închide într-un blindaj cilindric cu ∅ 40 mm. Bobina L_2 are 16 spire din conductor CuEm cu ∅ 0,8 mm bobinate pe o carcasă de ∅ 40 mm, lungimea bobinajului fiind de 25 mm, cu prize la spira 4 de la capătul legat la anodul tubului 6AG7. Bobina L_3 are 34 spire din conductor CuEm, izolat cu mătase, cu ∅ 1,5 mm, cu prize la spirele: 14 pentru 7 MHz, 6 pentru 14 MHz şi 3 pentru 21 MHz şi 28 MHz. Bobinajul se realizează pe o carcasă cu ∅ 65 mm, spiră lîngă spiră, pînă la spira 6 (corespunzînd poziţiei pentru 14 MHz), de la care spirele se distanţează la 1,5 mm una de alta.

Modulatorul este simplu şi foloseşte cele două triode ale tubului 6H8C ca preamplificator, iar în etajul final tubul 6V6C. Pentru simplificare se foloseşte un microfon cu cărbune M, montat în circuitul catodic al primei triode. Se poate folosi şi un microfon dinamic sau cu cristal, dar în acest caz mai este nevoie de un etaj preamplificator cu tubul 6H8.

În cazul lucrului în telegrafie, manipularea se face fie în circuitul grilei-ecran a tubului oscilator, în poziţia cheie de manipulare 1, ceea ce permite trecerea rapidă de la emisie-recepţie şi invers (break-in), fie în circuitul grilei-ecran a tubului LS50, în poziţia cheie de manipulare 2, care asigură un ton mai bun. Deoarece oscilatorul este de frecvenţă variabilă 1 750 . . . 1 900 kHz pentru banda de 3,5 MHz şi 3 500 . . . 3 800 kHz pentru celelalte benzi, circuitul din anodul oscilatorului se acordează în banda respectivă, iar etajul final lucrează ca amplificator; pentru 14 MHz etajul final lucrează ca dublor. Folosind un cristal cu frecvenţa de lucru între 3 500 şi 3 525 kHz, circuitul anodic al oscilatorului se acordează în banda de 3,5 sau 7 MHz, iar etajul final lucrează ca amplificator în gamele 3,5 MHz şi 7 MHz şi ca dublor în gama de 14 MHz. Folosind un cristal pe frecvenţe între 7 000 şi 7 050 kHz, circuitul anodic al oscilatorului se acordează în 7,14 sau 21 MHz, iar etajul final lucrează ca amplificator. Pentru banda de 28 MHz etajul final lucrează ca dublor de frecvenţă. În cazul utilizării unui cristal pe frecvenţa de 14 000 . . . 14 100 kHz, circuitul anodic al oscilatorului se acordează în 28 MHz, etajul final lucrează ca amplificator. Curentul anodic al tubului LS50 la acordul corect este de circa 80 mA în regim telegrafic, şi 60 mA în regim de telefonie, ceea ce corespunde unor puteri absorbite de 35 W şi, respectiv, 25 W. De menţionat că în poziţia de telegrafie se întrerupe alimentarea filamentelor tuburilor modulatorului.

Ca o particularitate a montajului, care permite realizarea lui pe un şasiu de dimensiuni mici, este redresorul fără transfor-

mator de înaltă tensiune. Acesta folosește dublarea de tensiune prin cele două grupuri de diode redresoare D_1, D_2, D_3, D_4 și condensatoarele C_{29}, C_{30}, C_{31} și C_{32}. Oscilatorul și modulatorul sînt alimentate de la una din ramurile redresorului care asigură în sarcină 220 V, iar tubul final de radiofrecvență și anodul tubului 6V6C sînt alimentate de la ambele ramuri la o tensiune de 440 V. Redresorul de negativare, compus din D_5, C_{27}, C_{28} și R_{18} asigură o tensiune de —100 V, reglabilă prin potențiometrul P_1. Transformatorul T_{r1} asigură alimentarea filamentelor la 12,6 V și 2 A, cu priză la 6,3 V și, printr-o bobină suplimentară, 100 V la 0,2 A pentru redresorul de negativare.

Întregul montaj se poate realiza pe un șasiu cu dimensiunile 32×200×70 mm și închis într-o cutie metalică de 330×210×× 200 mm. Modulatorul și redresorul vor fi separate prin blindaj de restul montajului.

Montajul 16. Montajul descris în continuare are schema reprezentată în fig. 324 și este compus din trei etaje. Primul etaj lucrează cu tubul electronic 6AG7 sau 6CL6 și îndeplinește fie funcția de amplificator pe banda de 3,5 MHz, în care caz sarcina anodică este formată de rezistența R_3, fie funcția de dublor de frecvență pentru banda 7 MHz, în care caz sarcina anodică este formată de circuitul acordat L_1, C_5, C_6, C_7.

Pentru excitarea radioemițătorului se pot folosi diferite montaje de VFO nr. 1, 3, 4, 7, 8. Folosind montajul VFO nr. 2, primul etaj al montajului poate fi eliminat, cuplajul excitatorului făcîndu-se în punctul X de pe schemă. În cazul cînd se folosește montajul de excitator nr. 5, este necesar un etaj suplimentar de amplificare cu tubul 6AG7 montat înaintea primului etaj. Acest etaj va fi montat după schema clasică și va avea sarcina anodică acordată în banda de 3,5 MHz.

Cel de-al doilea etaj este echipat cu tubul electronic 6L6 și lucrează ca amplificator în benzile de 3,5 și 7 MHz, ca dublor de frecvență în banda de 14 MHz, ca triplor în banda de 21 MHz și cuadriplor în banda de 28 MHz. Acordul circuitului anodic în diferite benzi se asigură prin bobinajele L_2, L_3, L_4, L_5, condensatoarele C_{11} și C_{12} și comutatorul K_1. Funcționarea etajului în clasă C este stabilită prin aplicarea tensiunii de negativare de la redresorul echipat cu tubul EZ80 sau EZ2/3 și grupul de rezistențe R_9—R_{13}, care formează un divizor de tensiune.

Etajul final de RF este echipat cu tubul electronic LS50 sau 6146 și funcționează ca amplificator pe toate benzile în clasă C. Tensiunea de negativare se asigură de la o altă poziție a divizorului de tensiune al redresorului de negativare și depășește

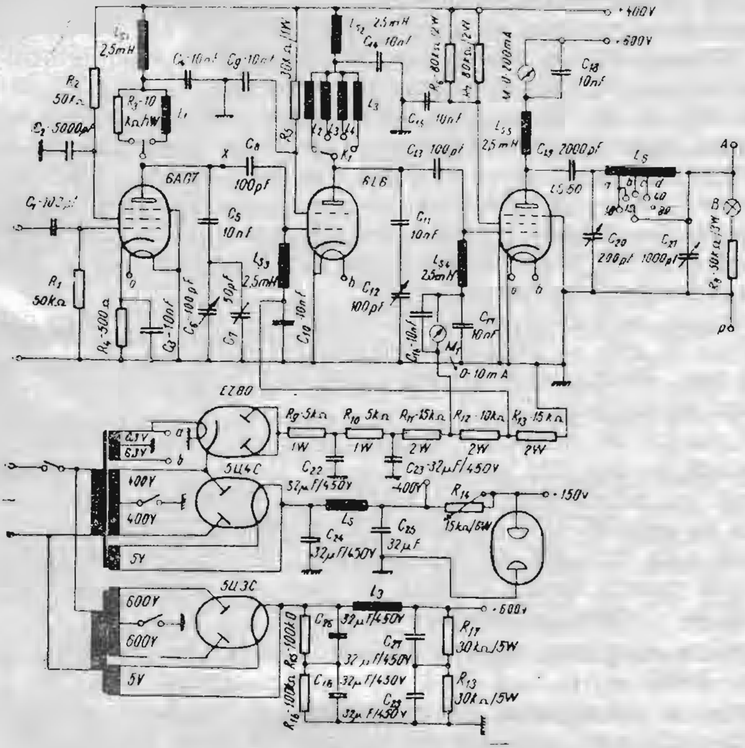


FIG. 324

100 V. Acordul circuitului anodic se face prin intermediul filtrului π compus din bobina L_6 şi condensatoarele variabile C_{20} şi C_{21}. Becul cu neon B, în serie cu R_8, serveşte pentru stabilirea punctului optim de acord şi a adaptării optime cu antena folosită. Curentul anodic şi cel al grilei de comandă se urmăresc cu miliampermetrele M şi, respectiv M_1.

Alimentarea se face din două redresoare, unul de 350 V, care alimentează primele două etaje, şi altul de 600 V la 140 mA, care alimentează etajul final.

Bobinele L_1 şi L_3 sînt similare: se compun din 16 spire din conductor CuEm cu ∅ 0,8 mm, bobinate spiră lîngă spiră, pe o carcasă cu ∅ 26 mm, L_2 are 35 spire din conductor CuEm cu ∅ 0,5 mm, bobinate spiră lîngă spiră, pe o carcasă cu ∅ 26 mm; L_4 are 10 spire din conductor CuEm cu ∅ 1,5 mm, cu distanţa

între spire de 1 mm, fără carcasă, cu diametrul bobinei de 20 mm; L_5 are 3 spire din conductor CuEm cu ∅ 1,5 mm, bobinate fără carcasă, cu diametrul bobinei de 20 mm.

Bobina L_6 este compusă din 4 secţiuni. Primele două secţiuni, a şi b, au împreună 8 spire din conductor CuEm cu ∅ 2,0 mm, bobinate în aer pe un diametru de 34 mm. Pentru fixarea de şasiu şi stabilitatea spirelor, bobina se realizează pe o placă din sticlă organică de 5 mm grosime, cu dimensiunile 100×38 mm, pe care sînt formate cu o pilă fină şănţuleţe de 2 mm adîncime, distanţate între axe la 4 mm. Ambele secţiuni folosesc pentru banda de 14 MHz, iar prima porţiune, formată din 3 spire, foloseşte pentru benzile de 21 şi 28 MHz.

Celelalte două secţiuni, c şi d, au împreună 30 spire din conductor CuEm cu ∅ 1,5 mm, cu distanţa între spire de 1 mm, bobinate pe o carcasă ∅ 45 mm. Secţiunea c este formată din 10 spire, iar secţiunea d, din 20 spire.

Radioemiţătorul se poate monta pe un şasiu de 450×300×90 mm, cu placa frontală 450×260 mm, care se introduce într-o cutie metalică. Etajele sînt despărţite între ele prin blindaje de aluminiu. Secţiunile a şi b ale bobinei L_6 sînt fixate paralel cu şasiul, pe suporturi de ebonită înalte de 50 mm, iar bobina cu secţiunile c şi d perpendicular şi direct pe şasiu. Capetele tuturor bobinelor trebuie să fie distanţate de blindaje şi şasiu la minimum jumătate din diametrul bobinei.

Reglarea constă în acordul circuitelor rezonante în benzile pentru care sînt destinate. Eventuale reglaje la bobinajele L_2, L_3, L_4 şi L_5 se vor face prin îndepărtarea sau apropierea spirelor. Cu titlu informativ se menţionează că valoarea curentului de grilă al etajului final de radiofrecvenţă este de 2—4 mA pe toate benzile, iar curentul anodic, de 110—130 mA, corespunzînd unei puteri absorbite de 65—78 W.

Montajul 17. Schema de principiu a unui radioemiţător care lucrează în cele cinci benzi de radioamatori 3, 5, 7, 14, 21 şi 28 MHz, cu o putere absorbită de etajul final de radiofrecvenţă de 500 W, este prezentată în fig. 325. Montajul este compus din şase etaje. Primul etaj, echipat cu tubul electronic 6F6, lucrează ca oscilator în montaj „Clapp", acoperind banda 3 500 . . . 3 800 kHz. Reglajul circuitului oscilant în banda indicată se realizează cu ajutorul trimerilor C_1 şi C_2. Manipularea se face în circuitul catodic al oscilatorului. Cuplajul cu etajul următor se face aperiodic. Al doilea etaj, echipat cu tubul 6C4, lucrează ca repetor catodic separator.

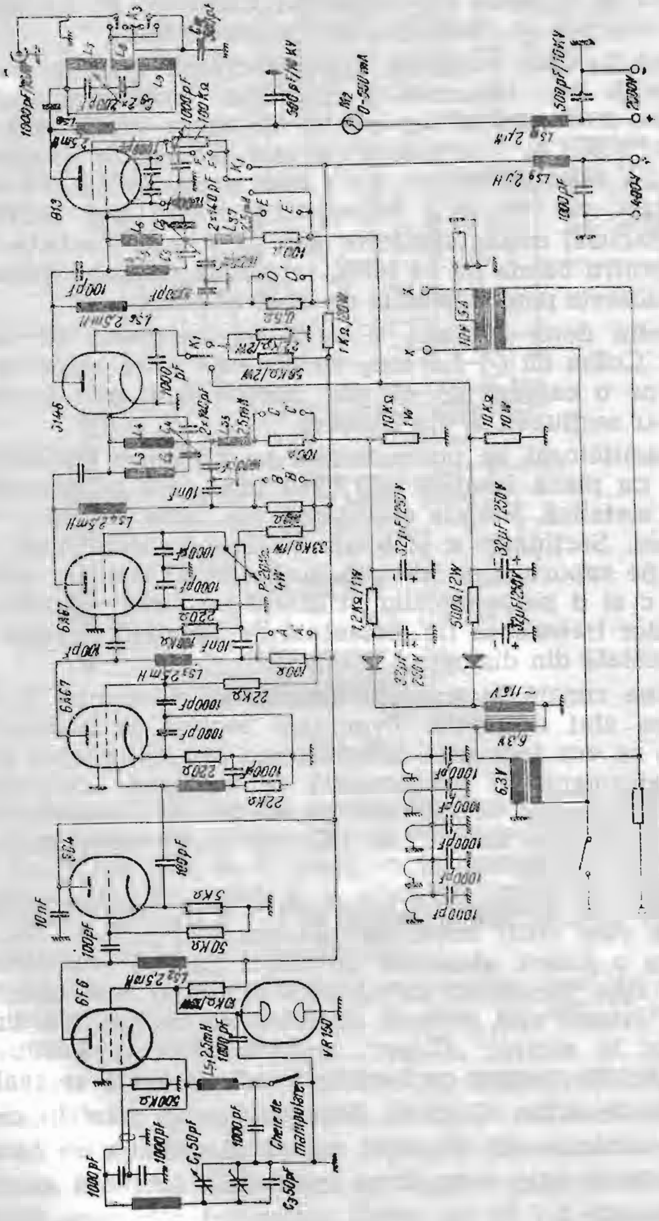


FIG. 325

Cel de-al treilea etaj, echipat cu tubul 6AG7, lucrează ca amplificator aperiodic, cuplajul cu etajul următor făcîndu-se prin bobina de șoc de RF $Lș_3$. Faptul că etajele 2 și 3 lucrează aperiodic permite o separare totală a oscilatorului de celelalte etaje ale radioemițătorului, asigurînd o stabilitate deosebită a frecvenței și un ton de calitate.

Cel de-al patrulea etaj, echipat cu tubul 6AG7, lucrează ca amplificator de radiofrecvență în banda de 3,5 MHz, ca dublor de frecvență în banda de 7 MHz și cuadriplor în banda de 14 MHz. În circuitul anodic al etajului găsim circuitul acordat, alcătuit din L_3 și L_4 și condensatorul dublu variabil C_4. Circuitele de acest gen pot acoperi toate cele cinci benzi de radioamatori, fără a fi nevoie de vreo comutare. În cazul acestui etaj se vor folosi numai acordurile în benzile de 3,5, 7 și 14 MHz. Reglajul puterii acestui etaj se face prin modificarea tensiunii grilei-ecran, prin potențiometrul P, de 20 k Ω/4 W.

Etajul următor, echipat cu un tub electronic 6146 sau LS50, lucrează ca amplificator clasă C în benzile de 3,5, 7 și 14 MHz, ca dublor de frecvență în banda de 28 MHz și ca triplor de frecvență în banda de 21 MHz; tensiunea de negativare a grilei de comandă este asigurată de un redresor separat. În circuitul anodic al acestui etaj, care îndeplinește și rolul de preamplificator, este montat un circuit rezonant complex, compus din bobinele L_5, L_6 și condensatorul variabil dublu C_5, care permite acordul în toate cele cinci benzi.

Etajul final, echipat cu tubul electronic 813, lucrează în clasă C, negativarea grilei de comandă fiind asigurată de la un redresor separat. Alimentarea anodică se face la o tensiune de 2 000 . . . 2 200 V; puterea absorbită a etajului este pe toate benzile în jurul a 500 W. În circuitele grilelor-ecran ale etajului final și prefinal, prin cei doi galeți ai comutatorului K_1 se poate alege o poziție prin care se aplică grilelor tensiunea negativă care blochează ambele etaje, aceasta fiind poziția de reglaj a emițătorului pe frecvența dorită.

Curenții anodici ai tuburilor electronice din etajele 3, 4 și 5, curenții de grilă ai etajelor prefinal și final și curentul griplei-ecran a etajului final se măsoară cu ajutorul unui miliampermetru cu scala 0 . . .50 mA, care printr-un comutator dublu poate fi branșat pe oricare din circuitele indicate (fig. 326).

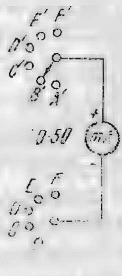


FIG. 326

Circuitul anodic al tubului final este echipat cu un circuit rezonant, compus din bobinele L_7, L_9 și condensatorul variabil dublu C_9, cu care se fac acordurile în oricare din cele cinci benzi.

Cuplajul cu antena se face inductiv prin bobina L_8, poziţa optimă pentru fiecare bandă fiind determinată cu ajutorul prizei de pe bobinaj, a condensatorului variabil C_{10} şi a comutatorului K_3.

Curentul anodic al tubului final se poate măsura cu miliampermetrul de 0 . . . 500 mA.

Datele constructive ale bobinelor sînt prezentate în tabelul 35.

Tabelul 35

Datele constructive ale bobinelor din fig. 325

Bobina	Tipul conductorului	Diametrul conductorului mm	Numărul de spire	Diametrul carcasei mm	Observaţii
L_1	CuEm	0,5	37	40	Lungimea bobinajului — 50 mm
L_2	CuEm	0,2	126	12	Bobinaj spiră lîngă spiră
L_3	CuEm	0,8	34	25	Lungimea bobinajului — 50 mm
L_4	CuEm	1	12	25	Lungimea bobinajului — 25 mm
L_5	CuEm	0,8	34	25	Lungimea bobinajului — 50 mm
L_6	CuEm	1	12	25	Lungimea bobinajului — 25 mm
L_7	Cu argintat	2	10,25	—	Fără carcasă: diametrul bobinei 70 mm; spirele sînt consolidate prin patru benzi de ceramică sau sticlă organică; lungimea bobinei — 70 mm
L_8	Cu argintat	2	9	—	Idem L_7; se bobinează în continuarea lui L_7, la o distanţă de 8 mm; lungimea bobinei — 36 mm
L_9	Cu argintat	3	7	—	Fără carcasă; diametrul bobinei — 50 mm; se bobinează în continuarea lui L_8 la o distanţă de 8 mm; lungimea bobinei — 54 mm

Pentru uşurinţa executării acordurilor, în tabelul 36 sînt indicate gradaţiile butoanelor de la condensatoarele variabile C_4, C_5 şi C_9, corespunzătoare fiecărei benzi (se consideră întreaga cursă a butonului = 100 gradaţii).

Alimentarea se face de la două redresoare capabile să asigure unul +400 V/250 mA, iar celălalt 2 000 . . . 2 200 V/300 mA.

Întregul montaj, în afara redresoarelor, se montează pe un şasiu cu dimensiunile 425×300×75 mm. VFO-ul, aşezat central, se închide într-un blindaj metalic cu dimensiunile 150×150×150 mm.

Tabelul 36

Gradațiile condensatoarelor C_4, C_5, C_9 pentru benzile 3,5—28 MHz

C_4		C_5		C_9	
Banda MHz	Gradația	Banda MHz	Gradația	Banda MHz	Gradația
3,5	90	3,5	90	3,5	78
7	20	7	20	7	9
14	65	14	65	14	82
—	—	21	25	21	26
—	—	28	8	28	7

De menționat că montajul poate fi atacat de oricare din excitatoarele prezentate mai înainte. În acest caz se exclud primele două sau trei etaje, care nu mai sînt necesare.

Radioemițătoare de unde ultrascurte (UUS)

Montajul 18. Montajul prezentat în cele ce urmează (fig. 327) este un oscilator în contratimp, echipat cu un tub electronic 6H3 și poate lucra la alegere în banda de 144 ... 146 MHz sau 420 ... ... 435 MHz.

Piesele componente ale schemei sînt montate pe un panou metalic în jurul soclului ceramic al tubului (fig. 328).

Panoul 1 este realizat din duraluminiu de grosime 1,5—2 mm sau din alamă de 0,8 ... 1 mm, cu dimensiunile 58×56 mm. La o distanță de 36 mm de la marginea panoului, se face un orificiu cu diametru 21,5 mm și două găuri filet M3 pentru fixarea soclului ceramic de panoul metalic. Deasupra panoului se fixează două plăci din alamă de 0,6—0,8 mm (fig. 329-*a*) ce formează una din armăturile condensatoarelor C_1, C_2 (fig. 327).

La confecționare, partea din placă indicată în figură se crestează și se îndoaie în sus în formă de scoabă pentru a fi lipită la contactele de grilă. La baza panoului se fixează plăcile 3 (fig. 328) cu două șuruburi M2, ca în fig. 329-*b*. Șuruburile trec prin orificii de ∅ 4 mm în postament, fiind izolate de acesta cu ajutorul unor bucșe din ebonită sau sticlă organică. Între aceste plăci și panou se așază o placă din mică de 0,1 ... 12 mm. Pentru simetria capacităților, ambele izolații vor fi din aceeași foaie de mică. Capacitatea condensatoarelor C_1 și C_2 va fi de 100 ... 110 pF. La capetele șuruburilor M2 în loc de șaibe se pune o foaie de alamă la care se lipește unul din capetele rezistențelor R_1 sau R_2.

După montare, condensatorul trebuie verificat la o tensiune de 250—300 V.

La marginea de jos a panoului se fixează cu două şuruburi sau nituri un colţar 2 din alamă de 0,4 ... 0,5 mm (fig. 329-c). Pe partea cealaltă a panoului se pun foiţe din alamă la care se lipesc celelalte capete ale rezistenţelor R_1 şi R_2.

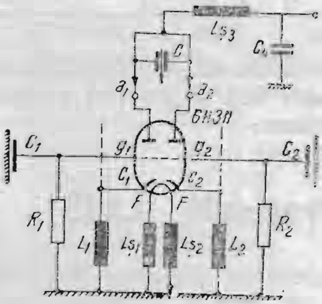


FIG. 327

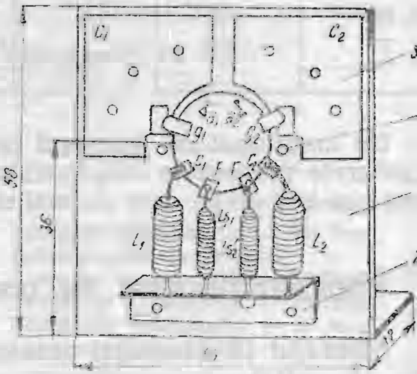


FIG. 328

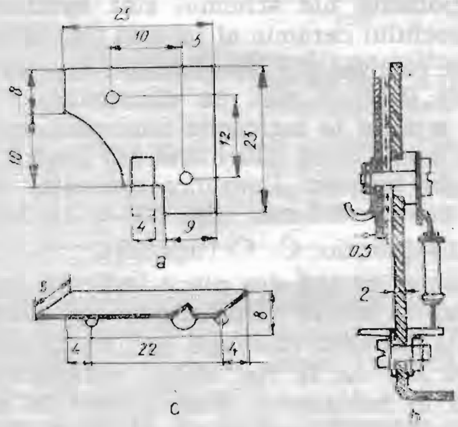


FIG. 329

Borna de ieşire a bobinei de şoc Ls_2 trece printr-un orificiu ∅ 4 mm şi se centrează în acesta cu ajutorul unei bucşe de material izolant.

Capetele bobinei de șoc și contactele soclului se îndoaie în unghi drept și se scurtează la 1 mm. Borna de ieșire a grilei-ecran se deconectează de lamela centrală a soclului. Contactele care corespund anozilor a_1 și a_2 se lasă drepte, dar se răsucesc ușor cu circa 30...40°, astfel încît să fie paralele cu marginile verticale ale postamentului.

Aceste lamele pătrund în tăieturile de la capetele liniilor ce formează circuitele anodice ale generatoarelor.

Pentru banda 420...435 MHz circuitele oscilante se realizează sub formă de linii. Pentru reducerea impedanței caracteristice linia se confecționează dintr-o bandă de cupru de 13 mm lățime și 0,6—0,8 mm grosime (fig. 330-*b*). Capetele desfăcute ale liniei se lipesc de contactele anozilor a_1 și a_2 de la tubul 6H3П

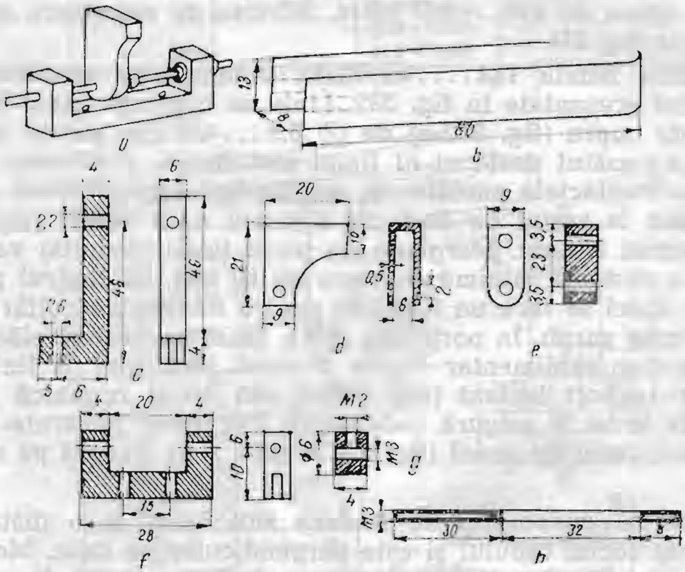


FIG. 330

sau ECC91. Capătul scurtcircuitat al liniei se fixează pe șasiul de bază cu ajutorul unui șurub M2 de un colțar (fig. 330-c) din material izolant. Sub capătul șurubului se prinde o rondelă de cupru care servește pentru lipirea capătului bobinei de șoc anodice Ls_3. Acordul în limitele benzii de 420...435 MHz se obține prin introducerea la capetele deschise ale liniei a unui rotor (fig. 330-a)

care, împreună cu linia, formează condensatorul C_2. Rotorul se confecţionează dintr-o fîşie de cupru cu grosimea de 0,5 mm şi se fixează mai întîi pe un sabot (fig. 330-c) din sticlă organică. Sabotul se fixează pe axul de rotire (fig. 330-*h*), confecţionat din sîrmă de oţel ∅ 3 mm cu un filet M3 la ambele capete. Acest ax se introduce în orificiile g (fig. 330-*g*) ale unui suport (fig. 330-*f*), ambele din sticlă organică. Suportul şi rotorul se fixează pe şasiul de bază, la distanţa de 25 mm de soclul tubului. În acest fel se obţine în ambele părţi o distanţă de 0,5 mm de captele liniei şi prin mişcarea rotorului se poate acoperi gama de 418...437 MHz. Schema de asamblare este prezentată în fig. 331.

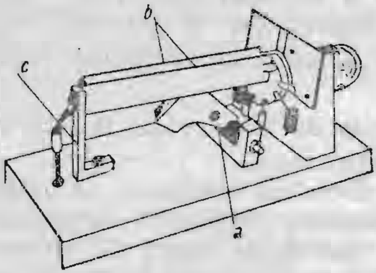


FIG. 331

Pentru banda 144...146 MHz, detaliile de construcţie ale liniei sînt prezentate în fig. 332. Linia se confecţionează din conductor de cupru (fig. 332-*a*) de ∅ 3,5...4,5 mm şi 250 mm lungime. La capătul desfăcut al liniei sînt făcute crestături, la care se lipesc contactele anozilor a_1, a_2. Capătul scurtcircuitat al liniei se fixează la şasiul de bază cu ajutorul unui colţar (fig. 332-*b*) din material izolant. Marginea de jos a liniei (îndoită) va fi aşezată la o distanţă minimă de şasiu de 10 mm. În centrul porţiunii curbe a liniei se face un filet M2 pentru fixarea de colţar cu ajutorului unui şurub. În porţiunea AB a liniei se fixează plăcile condensatorului suplimentar C. În dreptul punctului B linia trece printr-un suport izolant (fig. 332-*d*) din sticlă organică care dă rigiditate liniei şi asigură stabilitatea frecvenţei generate. Rotorul condensatorului de acord (fig. 332 *f, g, h, i)* se fixează pe un sabot izolant.

Suportul cu rotorul se fixează sub linie, la o distanţă de 35 mm de soclul tubului şi este perpendicular pe linie. Modificînd distanţa între rotor şi lamele fixate la linie se poate obţine o variaţie de frecvenţă de circa 3 MHz.

Suportul liniei de sticlă organică d se fixează în partea de jos a şasiului la o distanţă de 95 mm de soclul tubului 6H3Π. Celelalte elemente ale schemei se modifică în funcţie de bandă. De preferinţă, L_1, L_2 şi Ls_1, Ls_2 se înfăşoară pe rezistenţe chimice curăţate de stratul rezistiv şi avînd dimensiunile indicate în tabelul 37.

Tabelul 37

Datele constructive ale bobinelor din fig. 332

Banda MHz	$L_{Ș1}$ și $L_{Ș2}$	$L_{Ș3}$	L_1 și L_2	R_1 și R_2	C_4 pF
144	Carcasă ∅ 3 mm, conductor CuEm ∅ 0,2 mm, 24 spire, bobinaj spiră lîngă spiră	Carcasă ∅ 3 mm, conductor CuEm ∅ 0,12 mm, lungime bobinaj 9 mm	Carcasă ∅ 5 mm, conductor CuEm ∅ 0,35 mm, 24 spire, bobinaj spiră lîngă spiră	5,1—4,3 kΩ 0,25 W	1 500—2 000
420	Idem	Idem	Fără carcasă, ∅ 4 mm, conductor CuEm ∅ 0,6—0,8 mm 7 spire, lungime bobinaj 10 mm	4,3—3,7 kΩ 0,25 W	750—900

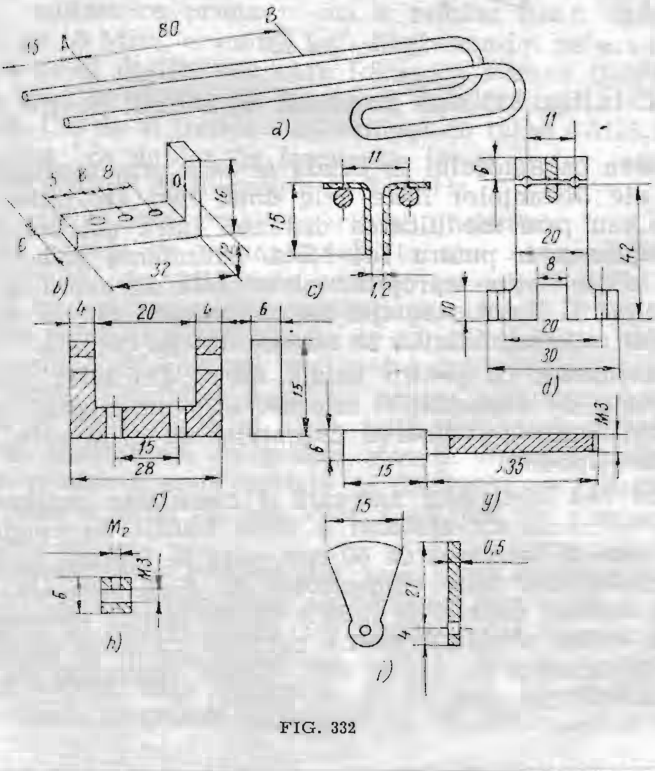


FIG. 332

Cuplajul cu antena se realizează prin bucle așezate simetric față de linia acordată. Lungimea buclei și felul de legătură depind de tipul antenei. Pentru o antenă de tip Yagi cu 5 elemente în banda de 420 MHz, lungimea ei este de 30 . . . 40 mm, iar pentru 144 MHz, de 60 . . . 80 mm. Lungimea optimă se stabilește experimental pentru maximul puterii de radiofrecvență

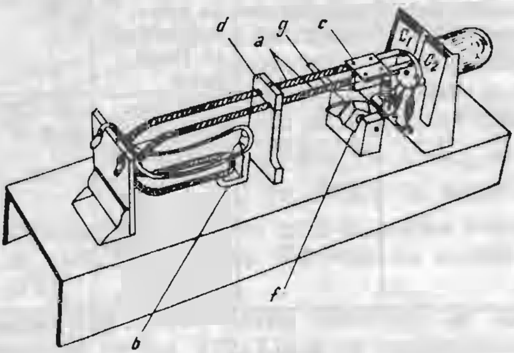


Fig. 333

în antenă. În fig. 333 este prezentat oscilatorul pentru 144 MHz asamblat.

Reglarea oscilatorului în bandă se face prin modificări neînsemnate ale distanțelor între cele două fîșii ale liniei pentru 420 MHz sau prin modificarea distanței între plăcile condensatorului suplimentar pentru 144 MHz. Extinderea gamei de frecvență se poate obține apropiind elementele de acord de capătul scurtcircuitat al liniei. Reglajul se controlează cu un undametru de UUS, iar reglajul definitiv se face cu antena cuplată.

De menționat că pentru banda 420 . . . 435 MHz reacția pozitivă, creată de capacitățile interne, este suficientă pentru o funcționare normală (valoarea curentului de grilă este 15—20% din curentul anodic).

Pentru 144 MHz este necesară o capacitate suplimentară C care se realizează cu ajutorul a două bucăți de conductor cu ∅ 0,8—1 mm și lungimea de 60 mm, care se îndoaie în formă de clame, cu distanța între conductoare de 8—9 mm. Un capăt al clamei se îndoaie ușor și se lipește de contactele catozilor, astfel ca partea opusă a clamei să fie paralelă cu linia anodică la o distanță de aceasta de 3 . . . 4 mm. Datele regimului de funcționare a oscilatorului sînt indicate în tabelul 38.

Tabelul 38

Datele regimului de funcţionare a oscilatorului

Banda MHz	Tensiunea anodică V	Curentul anodic fără sarcină mA	Curentul anodic cu sarcină mA	Curentul grilei fără sarcină mA	Curentul grilei cu sarcină mA	Puterea în sarcină W
144—146	22	2,0	—	1,0	—	—
	115	9,4	31,0	2,0	1,0	1,5
	230	16,0	43,0	3,8	2,2	2,7
420—435	28	2,4	—	0,24	—	—
	140	9,5	25,0	2,5	1,3	1,4
	215	16,0	40—42	4,6	2,2	2,0

Montajul 19. Montajul din fig. 334 este destinat lucrului în banda 144 MHz în telefonie. Spre deosebire de montajele anterioare, acesta este compus din patru etaje. Primul un oscilator cu cuarţ, realizat cu prima triodă a tubului 6Ж6, lucrează pe frecvenţa de 18 MHz, circuitul L_1C_1 fiind acordat pe această frecvenţă. Cel de-al doilea etaj care foloseşte a doua triodă a aceluiaşi tub este un dublor de frecvenţă cu circuitul L_2, C_2 acordat pe 36 MHz. Cel de-al treilea etaj, echipat cu tubul 6AQ5, lucrează de asemenea ca dublor de frecvenţă, iar circuitul său anodic (L_3, C_3) este acordat pe frecvenţa de 72 MHz.

Acest circuit este cuplat cu circuitul simetric L_4, L_{4A}, C_{4B}, care atacă grilele de comandă ale tubului electronic 832 sau GU-32. Circuitul de grilă este acordat tot pe 72 MHz. Negativarea grilelor este asigurată printr-o rezistenţă R_1 de 100 kΩ. O derivaţie printr-o rezistenţă R_2 de 2,2 kΩ permite să măsoare această tensiune cu ajutorul unui voltmetru conectat între punctul M şi masă. Tensiunea negativă pentru o funcţionare corectă trebuie să fie de 60 . . . 70 V. Cele două tetrode ale tubului final, montate în contratimp, cu grilele atacate simetric şi cu anozii în paralel, produc o nouă dublare de frecvenţă, iar circuitul anodic L_5C_{v5} este acordat pe 144 MHz. Cuplajul cu antena se face prin bobina L_a.

Modulatorul este compus din cele două triode ale tubului electronic ECC 82. Microfonul cu cărbune este montat în circuitul de catod al primei triode, iar anodul celei de-a doua triode este conectat la grilele-ecran ale tubului 832 şi alimentat împreună cu acestea prin rezistenţa de 27 kΩ. În absenţa modulaţiei, tensiunea pe grilele-ecran este de 50—60 V, iar la vîrfurile

de modulație tensiunea crește pînă la 120 V. Modulația este eficace și profundă. Amplitudinea purtătoarei fiind direct dependentă de tensiunea de modulație, rezultă o importantă economie de curent în pauzele de modulație. Pentru reglajul inițial tubul ECC82 se scoate din soclu, tensiunea de ecran a tubului 832

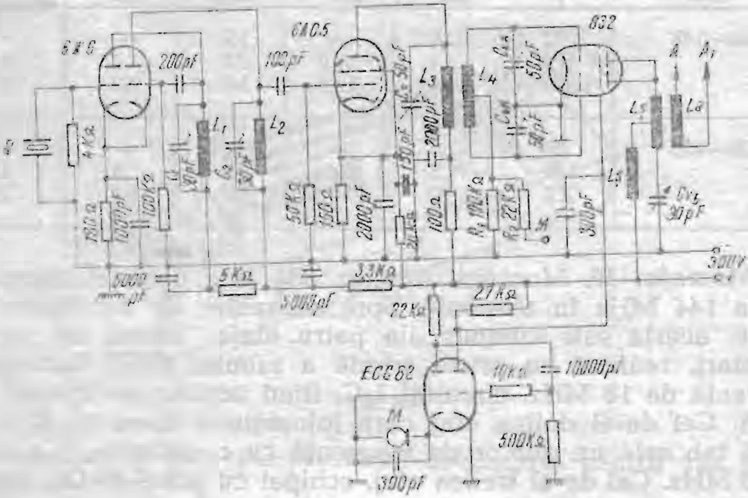


FIG. 334

devenind astfel normală prin eliminarea consumului anodic al tubului ECC82.

Tabelul 39

Datele constructive ale bobinelor din fig. 334

Bobina	Diametrul conductor CuEm mm	Numărul de spire	Diametrul carcasei	Observații
L_1	1	20	12	Bobinaj spiră lîngă spiră
L_2	1,5	15	—	Fără carcasă. Diametrul bobinei 12 mm, lungimea bobinei — 30 mm
L_3	1,2	7	—	Fără carcasă. Diametrul bobinei 10 mm, lungimea bobinei — 20 mm
L_4	1,2	8	—	Idem L_3. Cu priză la mijlocul bobinei, lungimea bobinei — 25 mm
L_5	2	4	—	Fără carcasă. Diametrul bobinei 16 mm. Priză la mijlocul bobinei, lungimea bobinei — 25 mm
L_a	2	1	—	Fără carcasă. Diametrul bobinei — 25 mm, așezată deasupra lui L_5
$L_ş$	0,6	30	8	—

Datele constructive ale bobinajelor sînt prezentate în tabelul 39.

L_3 și L_4 sînt așezate una lîngă alta, cu axele paralele, pentru asigurarea cuplajului necesar. Cuplajul se modifică experimental pînă se obține tensiunea de negativare necesară de 60...70 V.

Montaje de radioemițătoare cu tranzistoare

Excitatoare cu tranzistoare

Montajul 20 este un V.F.O. cu două etaje: primul, un oscilator Clapp, și al doilea, un amplificator-separator a cărui schemă este prezentată în fig. 335.

Bobinajul de acord L are conectate în paralel capacitățile C_4 și C_5 și, în serie cu acestea, un grup de capacități C_1, C_2, Caj, precum și condensatorul variabil de acord CV. Pentru asigurarea unei stabilități deosebite a frecvenței oscilatorului, condensatorul C_1 va fi ceramic cu coeficient negativ de temperatură, iar tensiunea de alimentare a montajului este stabilizată prin dioda Zener BZY63 sau echivalența românească DZ 9V1. Tranzistorii utilizați sînt de tipul 2N708 sau echivalentul românesc 2N918 prevăzuți cu radiator. Gradul de reacție pozitivă necesar menți-

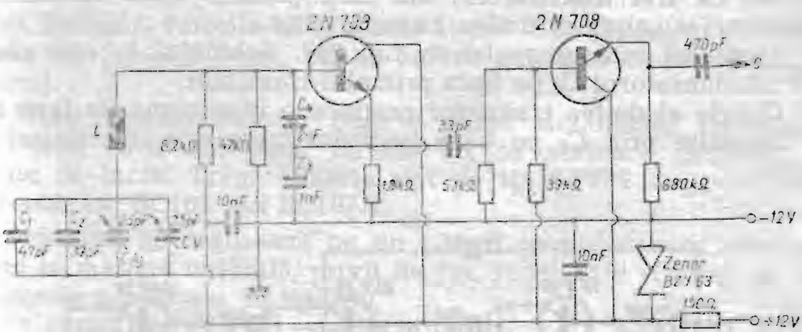


FIG. 335

nerii în oscilație se obține prin conectarea emitorului la conexiunea comună a condensatoarelor C_3, C_4 care formează un divizor capacitiv. Curentul de radiofrecvență generat de oscilator este aplicat prin condensatorul de 33 pF celui de al doilea etaj, un separator aperiodic cu ieșirea de joasă impedanță. Tensiunea de radiofrecvență disponibilă la ieșirea excitatorului este de 0,2 V.

Pentru banda de 5—5,5 MHz utilizată în general în emițătoarele B.L.U., L are 25 spire adiacente din conductor CuEm ∅ 0,25 mm pe o carcasă cu miez magnetic de 6 mm diametru.

Pentru banda de 3,5—3,8 MHz, bobinajul L poate fi realizat și pe carcasă obișnuită cu diametrul 25 mm și are cca 30 spire adiacente din conductor CuEm ∅ 0,3 mm.



FIG. 336

Frecvența de lucru poate fi realizată și în alte frecvențe, la alegere, prin modificarea bobinajului L. Întregul montaj poate fi realizat pe un circuit imprimat prezentat în mărime naturală în fig. 336.

Montajul 21 este un excitator cu oscilatorul de tip Franklin echipat cu trei tranzistoare, din care primele două lucrează în oscilator, iar cel de al treilea ca separator.

Montajul este prezentat în fig. 337. Bobinajul L_1 este cuplat prin condensatorul C_3 pe baza primului tranzistor.

Cel de al doilea tranzistor produce o inversiune de fază care se transmite prin C_6 pe baza primului tranzistor întreținînd oscilația.

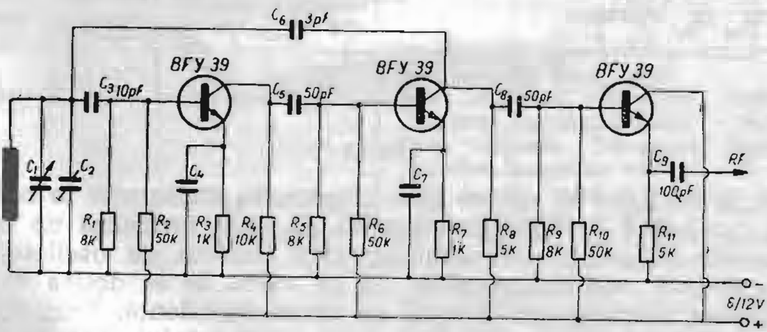


FIG. 337

Semnalul de radiofrecvenţă este apoi aplicat celui de al treilea tranzistor care formează un etaj separator. Curentul de radiofrecvenţă debitat de excitator este de cca 1 V. Condensatorul variabil C_1 are capacitatea 50 pF, iar condensatorul trimer C_2 — capacitatea maximă 100 pF. Pentru banda de 5—5,5 MHz bobinajul L_1 are 25 spire adiacente din conductor CuEm ∅ 0,5 mm, bobinate pe un suport de 8 mm diametru, cu miez magnetic re-

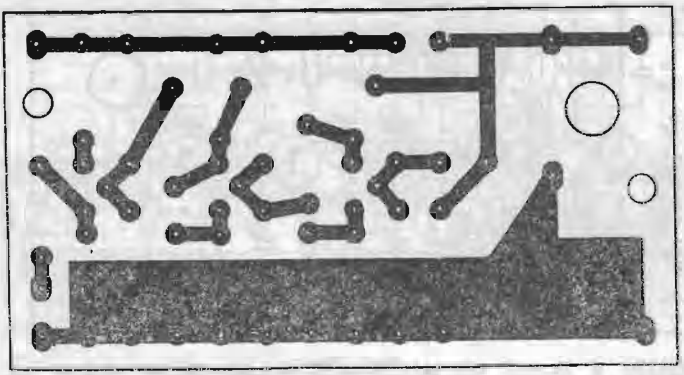


FIG. 338

glabil. Desigur, valorile bobinajului L_1 pot fi modificate atît pentru banda de 3,5—3,8 MHz, cît şi pentru celelalte benzi de radioamatori.

Alimentînd excitatorul dintr-o sursă stabilizată, stabilitatea frecvenţei va fi mai bună de 100 Hz în perioada primelor 30 minute de lucru. Tranzistoarele sînt de tip BFY39 sau echivalentul românesc BC107 sau BC107A.

Montajul se realizează pe un circuit imprimat care este prezentat în mărime naturală, privit de jos, în fig. 338 şi privit de sus cu piesele amplasate, în fig. 339.

În cazul cînd V.F.O. este încorporat într-un montaj cu tuburi electronice, este recomandabil să fie izolat termic prin materiale izolatoare cum ar fi styropor.

Montajul 22 este un V.F.O. cu trei tranzistoare, la care oscilatorul lucrează pe o frecvenţă joasă, 1,75 MHz, pentru asigurarea unei stabilităţi deosebite. Montajul, a cărui schemă de principiu se găseşte în fig. 340, se realizează pe un şasiu metalic din aluminiu, unde dispunem cele trei tranzistoare în linie, bobinajul L_1 lîngă primul tranzistor deasupra şasiului, iar L_2 în apropierea

celui de al treilea tranzistor dar sub şasiul metalic. Componentele vor fi fixate cît mai rigid posibil fie pe cose metalice izolate, fie pe un circuit imprimat, soluţia rămînînd la alegerea constructorului.

De notat cuplajul între tranzistoare, care se face emitor-bază, iar ieşirea pe colectorul ultimului tranzistor.

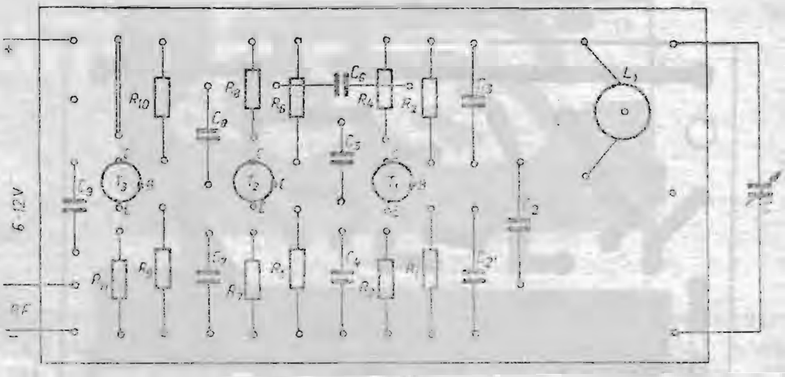


FIG. 339

O grijă deosebită vom acorda realizării celor două bobinaje L_1 şi L_2. Astfel, L_1 pentru acordul în 1,75 MHz are 100 spire adiacente din conductor CuEm ∅ 0,25 mm, bobinată pe un suport cu miez magnetic variabil cu diametrul 14 mm, L_2 pentru acordul în banda de 3,5 MHz are 40 spire adiacente din acelaşi conductor, pe un suport cu miez magnetic variabil cu diametrul de 8 mm.

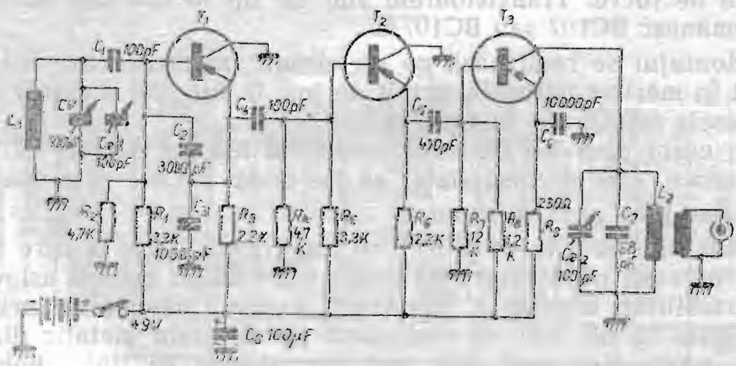


FIG. 340

Bobinajul secundar de ieșire are 8 spire adiacente bobinate deasupra primarului, către partea acestuia conectată la masă. După realizare vom rigidiza bobinajele cu ajutorul unui lac izolant. Miezurile magnetice vor fi fixate după reglarea în benzile respective.

Punerea la punct constă în verificarea cablajelor și a prezenței oscilațiilor pe primul tranzistor. Prin reglarea miezului magnetic al bobinei L_1 și, dacă este necesar, prin scoaterea sau adău-

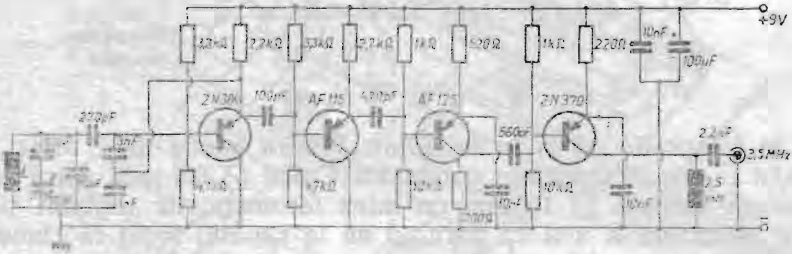


FIG. 341

garea de spire, vom aduce frecvența de lucru a circuitului L_1, CV, Cal astfel încît la o cursă completă a condensatorului variabil să acoperim gama de la 1750 la 1850 KHz.

După aceea, fie ascultînd armonica doua din banda de 3,5 MHz, fie cu ajutorul unui voltmetru de radiofrecvență, vom regla circuitul L_2, C_7 Ca_2 pentru maximum de radiofrecvență în frecvența 3600 KHz (cca 1 V). Reglajul constă de asemenea din reglarea miezului magnetic al bobinajului L_2, eventual scoaterea sau adăugarea unor spire, și reglajul condensatorului trimer C_{a_2} Tranzistoarele folosite, sînt de tipul AF115 sau AF121 ori, în lipsă, tranzistoare românești EFT317.

Montajul 23. V.F.O. cu patru tranzistoare. Montajul din fig. 341 folosește patru tranzistoare de tip *pnp*.

Oscilatorul lucrează în banda de 3,5 MHz și are o stabilitate deosebită. Bobinajul L are 27 spire din conductor de cupru emailat cu diametrul 0,6 mm, distanța dintre spire 1 mm, lungimea bobinajului cca 13 mm, pe o carcasă de 21 mm. Se vor folosi conductori cu mică.

Tranzistorii indicați pot fi înlocuiți cu EFT317. Montajul se poate realiza pe un circuit imprimat, montat într-o cutiuță metalică, avînd panoul frontal 90/80 mm și adîncimea 150 mm.

Montajul 24 a cărui schemă este prezentată în fig. 342, este compus dintr-un oscilator pe cuarț pentru banda de 7 MHz lucrînd

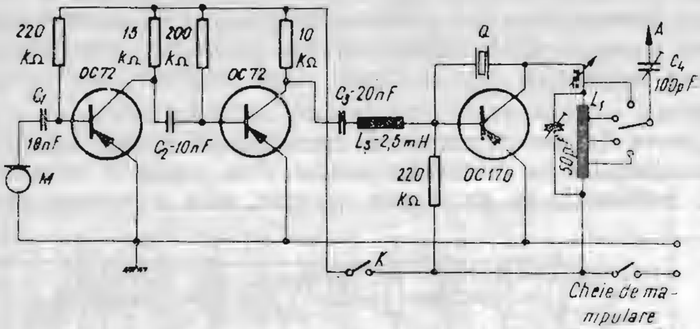


FIG. 342

atît în telegrafie cît și în telefonie. Pentru banda de 7 MHz, bobinajul L_1 are 20 spire din conductor CuEm ∅ 0,5 mm, spire adiacente pe carcasă ∅ 15 mm cu miez feromagnetic reglabil și cu prize la spirele 4, 8 și 12 pornind de la capătul legat la cheia de manipulare.

Pentru banda de 14 MHz bobinajul are 10 spire din conductor CuEm cu ∅ 1 mm, bobinate adiacent pe aceeași carcasă cu prize la spirele 3 și 6, iar pentru banda de 28 MHz 14 spire din același conductor, pe o carcasă de 10 mm diametru, cu miez feromagnetic, cu prize la spirele 4 și 8.

Tranzistorul folosit în etajul oscilant este de tipul OC 170, П401, П402. Se poate folosi și tranzistorul românesc EFT 308 pînă la frecvența de 14 MHz.

Pentru regimul de telefonie se folosește modulația pe baza tranzistorului oscilator cu ajutorul amplificatorului de AF cu două etaje, echipat cu tranzistoare de tipul OC72 sau EFT321.

Realizarea practică a montajului este arătată în fig. 343.

Montajul 25. Schema de principiu a unui emițător, compus din două etaje, este prezentată în fig. 344. Primul etaj — un oscilator cu cuarț — folosește un tranzistor de tip П 402 sau OC170, alimentat la o tensiune de 6 V. În circuitul colectorului este montat circuitul acordat C_1L_1, care lucrează în banda de 7 MHz și care se acordă pe frecvența cuarțului folosit.

Oscilatorul se cuplează inductiv cu etajul amplificator prin bobinajului L_2. În etajul amplificator se folosește un tranzistor de același tip, montat clasic și alimentat la o tensiune de 15 V. Bobinajul L_1 are 20 spire din conductor CuEm cu ∅ 0,7 mm, bobinate spiră lîngă spiră pe o carcasă cu diametrul de 15 mm,

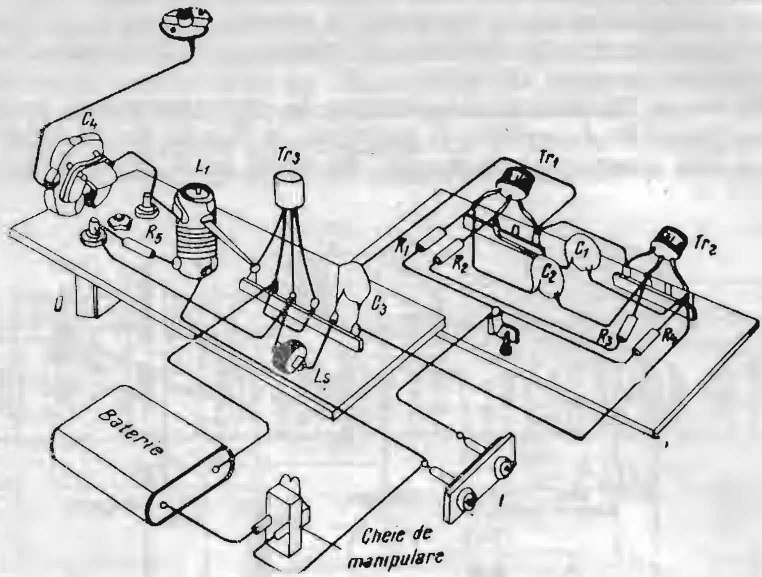


FIG. 343

prevăzută cu miez feromagnetic reglabil. L_2 are 4 spire din același conductor, bobinate spiră lîngă spiră pe aceeași carcasă, la 2 mm de L_1. Bobinajul L_3 este asemănător cu L_1, cu priză la spirele 4, 8 și 12 de la masă. Pentru banda de 28 MHz, L_1 va avea 14 spire din conductor CuEm, cu ∅ 0,7 mm, lungimea bobinajului 25 mm, bobinate pe o carcasă din material plastic, cu diametrul de 10 mm, prevăzută cu miez feromagnetic reglabil. L_2 are 3 spire

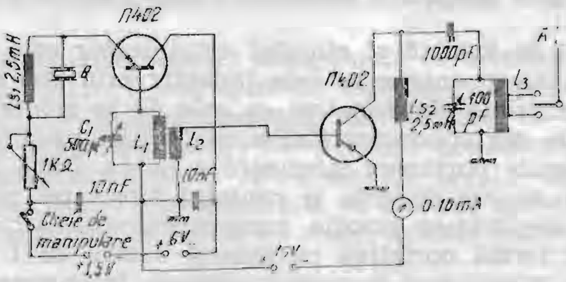


FIG. 344

din același conductor, bobinate pe aceeași carcasă, la 2 mm de L_1. L_2 este asemănător cu L_1, cu prize la spirele 3, 6 și 9 de la masă. Manipularea se face în circuitul de emitor al oscilatorului. Puterea etajului este de circa 100 mW.

Montajul 26. Montajul prezentat în continuare este proiectat pentru lucrul în telegrafie și telefonie în banda de 28 MHz (fig. 345) și este compus de asemenea din două etaje. Primul etaj este

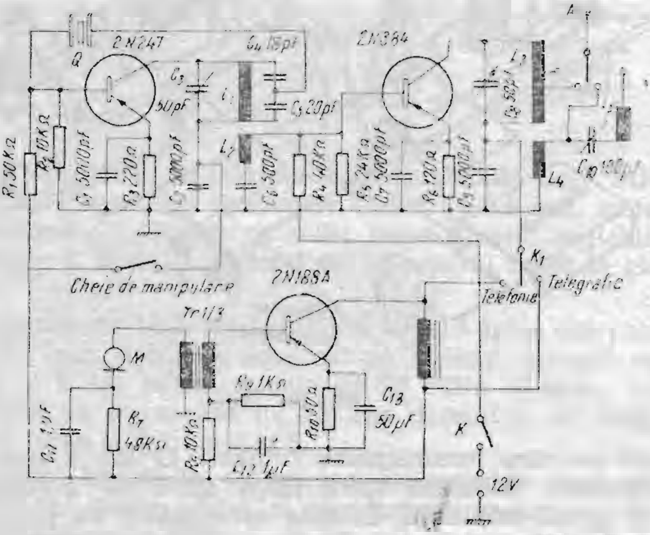


FIG. 345

un oscilator cu cuarț în montaj Colpitts și folosește un tranzistor de tip 2N247, ce poate fi înlocuit cu П402 sau OC170.

Cel de-al doilea etaj (un amplificator cu tranzistorul 2N384) este excitat prin bobina L_2 care este cuplată inductiv cu circuitul acordat C_3, L_1.

Circuitul de sarcină al etajului amplificator este compus din L_3C_3 și cuplajul cu antena se face inductiv prin bobinajul L_4. Bobinajele L_1, L_2 și L_3 sînt identice cu cele de la montajul anterior. L_4 are 6 spire din conductor CuEm cu ∅ 0,7 mm, bobinate spiră lîngă spiră peste porțiunea inferioară a lui L_3. După tipul de antenă folosit se va încerca și cuplajul direct pe prizele bobinajului L_3, alegîndu-se poziția corespunzătoare. Montajul poate lucra și sub formă portativă cu antenă baston de 1 m lungime. În acest caz se va folosi în serie cu antena, între aceasta și capătul bobinajului L_4, un condensator trimer C_{10} de 100 pF și bobi-

najul L_5 compus din 32 spire din conductor CuEm cu ∅ 0,70 mm, așezate spiră lîngă spiră, pe o carcasă cu diametrul de 13 mm.

În telefonie etajul amplificator de RF este modulat pe colector de etajul amplificator de AF, echipat cu tranzistorul 2N 188A sau П 13 sau EFT321. Microfonul M este cu cărbune.

Montajul 27. 5 W pe benzile de 3,5 și 7 MHz. Cuprinde două etaje. Un oscilator cu cuarț cu tranzistorul 2N2102 și un amplifi-

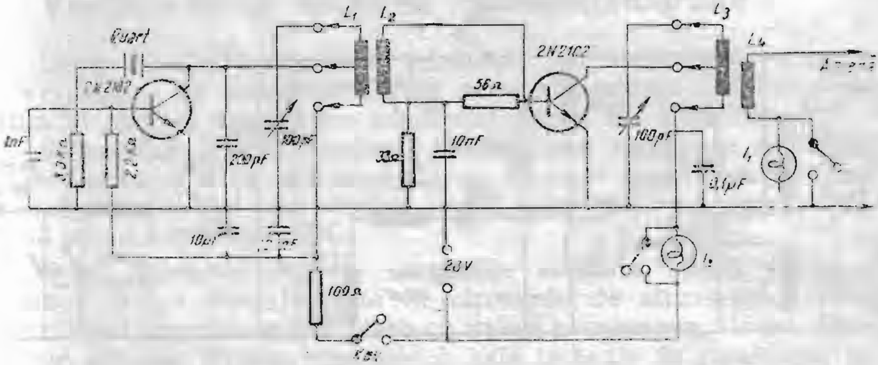


FIG. 346

cator cu tranzistorul 2N2102, prevăzut a lucra cu o alimentare de maxim 28 V, dar lucrînd satisfăcător și la 12 V, ceea ce permite alimentarea de la baterie de mașină. Schema clasică (fig. 346). De notat că valoarea rezistenței de 33 Ω între L_2 și masă poate varia între 10 și 100 Ω, valoarea optimă fiind determinată pentru puterea de ieșire maximă. Același lucru pentru rezistența de 56 Ω între L_2 și baza tranzistorului, care este prevăzută pentru a înlătura instabilitatea în banda de 7 MHz și care la o funcționare corectă poate fi suprimată. Pentru fiecare bandă vom dispune de un cuarț.

Bobinele schimbătoare au următoarele caracteristici.

Banda 3,5 MHz. $L_1=36$ spire fir emailat ∅ 0,6 mm, adiacente pe un suport de 25 mm diametru, cu priză la 15 3/4 spire de extremitatea conectată la C_1; $L_2=6$ spire, același conductor, înfășurate deasupra ultimelor spire ale lui L_1; $L_3=36$ spire conductor emailat ∅ 0,6 mm adiacente, cu priză la spira 24 de la extremitatea conectată la C_2; $L_4=5$ spire, același conductor bobinat ca L_2.

Banda 7 MHz. $L_1=18$ spire conductor emailat ∅ 0,8 mm adiacente, cu priză la spira 5 și 3/4; $L_2=4$ spire același conductor;

L_3 = 18 spire conductor emailat ∅ 0,8 mm cu priză la spira 12; L_4 = 4 spire conductor emailat ∅ 0,8 mm; toate bobinele pe aceeaşi carcasă ca pentru 3,5 MHz.

Becurile I_1 şi I_2 sînt pentru 6 V şi 0,25 A şi 6 V şi 0,15 A.

Montajul 28 (fig. 347). 12 W pe banda de 7 MHz. Cuprinde trei etaje. Un oscilator cu cuarţ, un amplificator, ambele echipate cu tranzistorul 2N1711 sau BF468 şi un amplificator de pu-

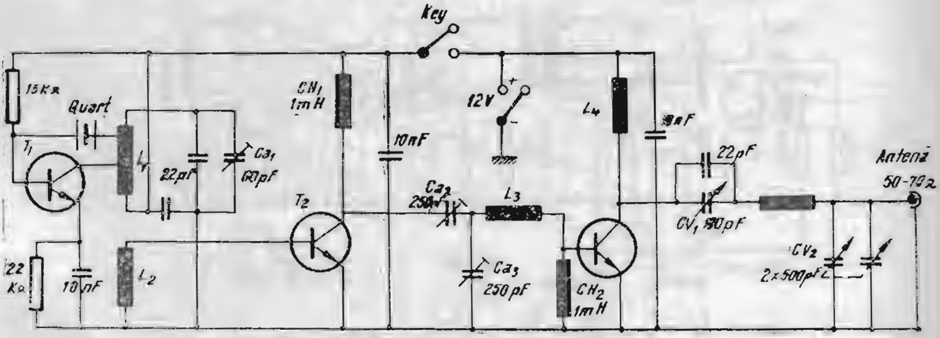


FIG. 347

tere cu tranzistorul BD106 sau echivalentul românesc 2N3055.

De remarcat circuitul de adaptare între impedanţa de ieşire a tranzistorului 2N1711 şi cea de intrare a tranzistorului BD106, format din condensatorii Ca_2, Ca_3 şi bobinajului L_3.

Tranzistorul final este montat cu emitorul la masă şi funcţionează în clasă C, curentul continuu ce traversează rezistenţa internă de bază a tranzistorului şi rezistenţa conductorului bobinei de şoc CH_2 dînd naştere unei tensiuni care polarizează negativ baza.

Pentru a asigura o adaptare corectă cu antena se foloseşte un circuit special, în care L_4 formează împreună cu capacitatea de ieşire a tranzistorului şi capacităţile parazite ale cablajului, un circuit rezonant paralel care împiedică pierderile de radiofrecvenţă în alimentare. Nu este prevăzut nici un reglaj, gama frecvenţelor de lucru fiind largă şi coeficientul Q fiind în jurul valorii 5, ceea ce asigură o bandă de trecere superioară la 1 MHz pentru —3 dB. CV_1 şi CV_2 împreună cu L_5 permit adaptarea optimă şi transferul maxim de energie la antenă. Manipularea se face prin întreruperea circuitului de alimentare al oscilatorului.

Alimentarea la 12 V şi circa 2 A, pe cît posibil stabilizată.

Caracteristicile bobinajelor:

L_1 = carcasă ∅ 10 mm, 22 spire adiacente; priza de colector 5 spire de la punctul rece. Priza pentru cuarț la spira 8;

L_2 = 3 spire bobinate spre capătul rece al lui L_1;

L_3 = carcasă ∅ 15 mm, 20 spire pe o lungime de 20 mm;

L_4 = carcasă ∅ 25 mm, 9 spire pe o lungime de 20 mm;

L_5 = carcasă ∅ 25 mm, 11 spire pe o lungime de 20 mm.

Verificarea şi reglarea radioemițătoarelor

După montarea diferitelor elemente ale montajului se trece la verificarea lui după schema de principiu, pentru a evita orice erori, și apoi la verificarea regimului corect de alimentare.

Se verifică întîi alimentarea filamentelor, tensiunile de negativare, tensiunile pe grilele-ecran și anodice în gol și în sarcină. Măsurările le vom efectua cu un voltmetru cu rezistența internă minimă de 1 000 Ω/V.

Orice diferențe față de tensiunile stabilite inițial conform schemei indică deranjamente în circuitele de alimentare, piese defecte sau montate greșit, piese cu valori necorespunzătoare. Tensiunile maxime pe electrozi vor fi cele indicate în cataloage, ținînd seama și de faptul că în unele montaje tuburile lucrează în regim mult mai ușor decît cel maxim.

La etajele de amplificare în clasă B sau C tensiunile pe electrozi sînt diferite de cele normale în lipsa excitației.

Pentru reglarea emițătoarelor este nevoie de aparatură specifică. Astfel, pentru determinarea frecvenței de lucru vom folosi undametre cu absorbție sau de preferință undametre dinamice (gri-dip-metre) descrise la capitolul „Aparatură de măsură, control și reglare".

Undametrele cu absorbție impun ca emițătorul să funcționeze, frecvența de lucru determinînd-o prin apropierea bobinei undametrului de bobina circuitului de verificat. Undametrele dinamice nu permit măsurarea frecvenței de rezonanță a circuitelor fără ca montajul respectiv să fie în lucru.

Pentru măsurarea tensiunii de RF vom utiliza fie voltmetre electronice, fie voltmetre obișnuite prevăzute cu sondă pentru frecvența respectivă, fie un bec cu neon montat între punctul de măsurat și masă în serie cu o rezistență de 5 ... 50 kΩ, după tipul becului folosit și puterea emițătorului. Pentru măsurarea curentului din antenă vom folosi fie ampermetre cu termocupluri, fie montajele din fig. 348 *a, b, c*.

Bobina L are 10 spire adiacente din conductor CuEm ∅0,5 mm, pe o carcasă cu ∅ 10 mm, iar primarul este constituit dintr-o jumătate de spiră (CuEm ∅ 1 mm) intercalată în fiderul antenei.

În fig. 330-*b* și *c* se prezintă două montaje pentru măsurarea curentului din antenă, atît pentru cablurile coaxiale, cît și pentru fideri monofilari.

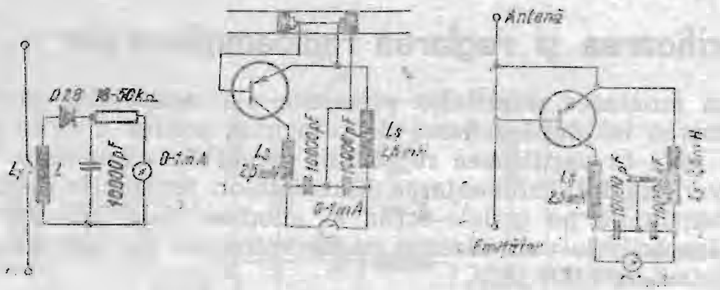


FIG. 348

Metoda înserierii de becuri de 2...3 V și 0,2...2 A în fiderul monofilar nu se va utiliza decît in extremis, provocînd pierderi de radiofrecvență.

După ce s-au efectuat toate verificările indicate, se trece la reglarea etajelor, începînd cu oscilatorul. Cu bobina undametrului dinamic, apropiată de bobina oscilatorului, se reglează trimerul paralel, pînă cînd, avînd condensatorul variabil complet închis, frecvența de rezonanță se află la capătul benzii (ex.: 1 750 kHz, 3 500 kHz sau 7 000 kHz după gama de frecvențe a oscilatorului). Se așază blindajul, dacă acesta este prevăzut și, aplicînd tensiunile de alimentare ale oscilatorului se determină cu undametrul dinamic sau cu absorbție în circuitul anodic sau de grilă frecvența „în lucru", făcîndu-se retușurile necesare din același trimer. În lipsa undametrului dinamic se trece direct la acordul în lucru cu undametrul cu absorbție prevăzut cu aparat de măsură. Reglarea frecvenței oscilatorului în lucru se poate face și cu un receptor bine etalonat, cu care se recepționează curentul de RF produs de oscilator. În cazul oscilatorului Clapp se reglează trimerul, ținînd seama să nu i se reducă prea mult capacitatea — pentru a nu provoca tensiuni de RF mult diferite de la un capăt de bandă la altul sau chiar stingerea oscilațiilor. La nevoie se va interveni și asupra celorlalte elemente ale circuitului oscilant. În cazul alimentării cu tensiuni stabilizate se va regla

rezistența de alimentare a stabilizatorului, astfel încît acesta să fie aprins și în timpul funcționării oscilatorului.

La etajele următoare se va verifica, prin același procedeu, acordul circuitelor în benzile proiectate.

Reglarea etajului final se începe prin verificarea la rece cu undametrul dinamic a rezonanței circuitului de ieșire (de obicei filtrul π) pe diferitele benzi de lucru. Se verifică apoi la grila de comandă existența tensiunii de negativare. Pentru reglarea „la cald", la ieșirea filtrului π se va monta un bec de rețea obișnuit, cu tensiunea de 220 V, a cărui putere să reprezinte între 80 și 100% din puterea absorbită de etajul final (de obicei se folosesc becuri de puteri curente: 40, 60, 80, 100, 200, 300 W etc.). Se aplică tensiunile de alimentare indicate pentru tubul respectiv. În lipsa excitației, curentul anodic al tubului va fi zero (numai în cazul etajelor liniare pentru BLU va exista un curent anodic de maximum 20% din curentul normal). În cazul în care miliampermetrul din circuitul anodic indică un curent mai mult sau mai puțin important, se verifică din nou elementele de montaj și, dacă totul este conform schemei, se mărește tensiunea de negativare pînă la dispariția totală a curentului anodic. Se va da atenție sursei de alimentare a grilei-ecran, care trebuie să asigure o tensiune constantă. Aceasta se obține alimentînd grila-ecran din redresorul comun al celorlalte etaje sau, în cazul alimentării din redresorul de înaltă tensiune, se va folosi un divizor de tensiune. Alimentarea prin rezistență serie din înalta tensiune poate duce la creșterea voltajului grilei-ecran în lipsa excitației mult peste tensiunea normală, ceea ce modifică clasa de funcționare a tubului, chiar dacă tensiunea de negativare este corectă.

Se aplică excitația normală și se alege poziția bobinei din filtrul π corespunzînd benzii dorite (se începe cu banda de 3,5 MHz), se închide complet condensatorul variabil de la ieșirea filtrului π și se reglează condensatorul de acord al filtrului pînă la acordul optim indicat prin scăderea însemnată a curentului anodic. Se deschide puțin cîte puțin condensatorul de la ieșire, refăcîndu-se de fiecare dată acordul din celălalt condensator, pînă cînd se obține o poziție de luminozitate maximă a becului. Deschizînd în continuare condensatorul, curentul anodic la acord va crește, dar luminozitatea becului va scădea. Acordul corect al filtrului va corespunde cu luminozitatea maximă a becului. În cazul în care funcționarea etajului corespunde parametrilor indicați, se poate trece la lucrul pe antenă — reluîn-

du-se reglajele de la capăt, pînă cînd se obţine tensiunea sau curentul maxim în antenă.

Etajul final astfel reglat corespunde regimului de lucru telegrafic.

În cazul în care la un regim corect ales, cu toate precauţiile luate (blindarea fiecărui etaj în parte, decuplaje suficiente şi corecte), în etajul final se manifestă oscilaţii parazite, se vor aplica procedeele clasice de neutrodinare. Reglarea sistemului de neutrodinare se face alimentînd tubul din etajul în cauză numai la filamente, iar etajul anterior, în mod normal. Sursa de negativare a tubului în cauză se întrerupe, şi, cu un undametru cuplat cu circuitul acordat al etajului, se determină poziţia condensatorului variabil — pentru care se indică o tensiune maximă de RF.

Se reglează lin condensatorul de neutrodinare sau cuplajul, pînă cînd tensiunea de RF dispare, iar undametrul sau becul cu neon nu mai indică nimic.

Pentru reglarea corectă în regimul de lucru în telefonie se procedează astfel: în cazul modulaţiilor pe grila de comandă, pe grila-ecran sau pe grila supresoare, se menţin pe electrozii ce nu se modulează tensiunile din regimul de telegrafie. Se reduce curentul anodic la 50% din curentul telegrafic. Aceasta se obţine în cazul modulaţiei pe grila de comandă prin mărirea tensiunii de negativare, în cazul modulaţiei pe grila-ecran prin scăderea tensiunii de alimentare a grilei-ecran (ex.: de la 400 la 200 V), iar în cazul modulaţiei pe grila supresoare, aplicînd pe aceasta o tensiune negativă suficient de mare pentru a produce reducerea. Se aplică modulaţia prin reglarea volumului la modulator. În cazul unui reglaj corect, la un procent de modulaţie de 90 . . . 100%, curentul şi tensiunea din antenă vor creşte cu 15 . . . 20%, iar curentul anodic va rămîne constant sau va avea mici variaţii (maximum 5%). În cazul cînd miliampermetrul indică scăderi ale curentului anodic, se va mai reduce puţin curentul anodic prin metodele indicate, pînă cînd acesta va rămîne constant, chiar la modulaţie 90 . . . 100%. După ce s-a determinat în acest mod punctul corect de funcţionare, se va strînge puţin cuplajul cu antena faţă de regimul telegrafie — obţinîndu-se uşoare creşteri ale curentului anodic. Scăderile puternice ale curentului anodic indică un punct de funcţionare incorect, corespunzînd modulaţiei negative cu distorsiuni şi spectru larg de frecvenţe.

În cazul modulaţiei pe catod se menţin tensiunile din regimul de telegrafie pe toţi electrozii tubului, cu excepţia tensiunii

de negativare pe grila de comandă, care se mărește pînă cînd curentul anodic reprezintă 70...75% din valoarea curentului în regim de telegrafie. În continuare se procedează ca la modulația pe diverse grile.

La modulația anodică se reduce tensiunea anodică la 90% din tensiunea în regim de telegrafie, menținîndu-se tensiunile la ceilalți electrozi și determinîndu-se astfel punctul de funcționare.

Radiocomunicațiile de radioamator cu bandă laterală unică (B.L.U.)

Așa cum arată și denumirea, procedeul utilizează o singură bandă laterală a modulației de amplitudine.

Spectrul de frecvențe al unei unde modulată în amplitudine (AM) conține trei frecvențe: purtătoarea și două benzi de frecvențe plasate simetric față de purtătoare, care conțin toate frecvențele curentului de joasă frecvență modulator (fig. 349).

Dacă modulăm simultan cu frecvențele cuprinse într-un interval F_1—F_2, curentul de radiofrecvență modulat cuprinde purtătoarea și două intervale denumite „benzi laterale".

Informația utilă este conținută în semnalul de audiofrecvență și, respectiv, în cele două benzi laterale care conțin fiecare toate frecvențele acustice, cu toate relațiile de amplitudine și de fază ale acestui semnal.

Una din benzile laterale este deci inutilă și suprimarea ei împreună cu purtătoarea F_p reduce întregul semnal la o singură bandă laterală (B.L.U. sau S.S.B.).

Procedeul prezintă numeroase avantaje, printre care mai importante sînt:

1. Banda de frecvențe ocupată reprezintă sub 50% din banda ocupată în cazul modulației de amplitudine, ceea ce reiese și din analiza fig. 349, care reprezintă spațiul ocupat de o emisiune pe o frecvență purtătoare F_p, modulată în amplitudine cu o bandă de trecere F_1—F_2 presupusă de 4 kHz. Lărgimea benzii ocupate se întinde de la F_p-F_2 pînă la F_p+F_2, respectiv 8 kHz. Prin suprimarea unei benzi laterale lărgimea benzii ocupate va fi de 4 kHz.

2. Suprimarea interferențelor prin heterodinare provocată de purtătoare.

3. O eficacitate mult mai mare. Să analizăm comparativ un radioemițător de 50 W, modulat în amplitudine 100%, cu o putere de audiofrecvență de 25 W (fig. 350).

Tensiunea de vîrf instantanee între A și B reprezintă dublul purtătoarei. Puterea instantanee de vîrf este deci de 4 ori mai mare decît a purtătoarei, respectiv 200 W. Astfel un radioemițător B.L.U. de 50 W dă rezultate identice cu ale unuia modulat în amplitudine, dar de 200 W, respectiv un cîștig de putere de 4 la 6 dB.

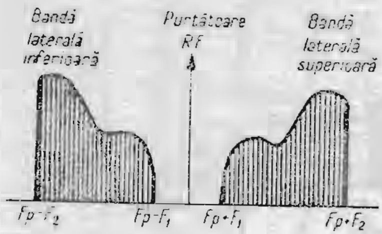


FIG. 349

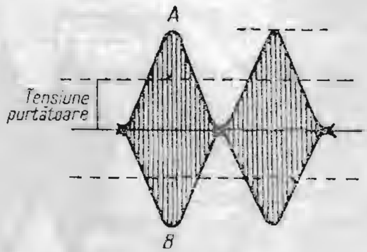


FIG. 350

4. Recepționarea unei singure benzi laterale într-o bandă de frecvențe mult mai redusă dă de asemenea un cîștig suplimentar de putere, de cca 3 dB, din creșterea raportului semnal/zgomot.

5. Alte avantaje: un consum mult mai redus de energie, o putere de excitație mai mică, posibilitatea utilizării tuburilor electronice la tensiuni superioare celor indicate în cataloage pentru lucru continuu etc.

Pentru a face audibile informațiile transmise este necesar să restabilim purtătoarea în radioreceptor cu ajutorul unui oscilator local.

Regimul de putere al radioemițătoarelor B.L.U. Diagrama din fig. 351 reprezintă forma anvelopei de radiofrecvență caracteristică unui semnal B.L.U. Pentru studiul său este interesant de luat în considerare două valori reprezentative: valoarea amplitudinii maxime de vîrf și valoarea medie pe o anumită perioadă de timp.

Valoarea care limitează funcționarea radioemițătorului este cea de vîrf, pe care o numim putere de vîrf (PEP). Regimul PEP al unui radioemițător se stabilește în principal după maximum de distorsiuni tolerabile. Cu cît procentul de distorsiuni admis este mai mic, cu atît este mai redus regimul PEP autorizat.

Relația între puterea de vîrf și puterea medie. Puterea de vîrf se produce sporadic în cursul unei transmisii normale, iar relația între puterea de vîrf și puterea medie se schimbă după

diferitele tipuri de voce. Astfel, în cazul din fig. 351 admitem că puterea medie este de aproximativ o treime din puterea de vîrf. Pentru radioamatori interesează puterea medie de intrare în curent continuu a etajului final de radiofrecvență al radioemițătorului. În cursul transmisiei puterea de intrare și de ieșire variază continuu. Relația dintre valorile de vîrf și mijlocie ale puterii de intrare în curent continuu și puterea de ieșire în radiofrecvență

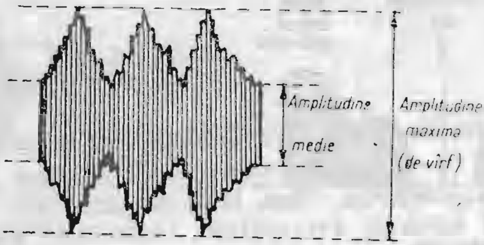


FIG. 351

depind de caracteristicile vocii. Determinarea relației vîrf/mijlocie se complică prin existența unui curent anodic rezidual chiar în absența semnalului de radiofrecvență. Experiența arată că pentru mai multe tipuri de voce, în condiții normale de funcționare a lămpilor cu o valoare normală a curentului de repaus, relația între puterea de vîrf PEP și puterea medie de intrare în curent continuu este de ordinul 2 la 1. Ex.: la un etaj amplificator de radiofrecvență cu o putere de vîrf de 400 W, puterea medie în curent continuu este de 200 W.

Cum se obține un semnal B.L.U.

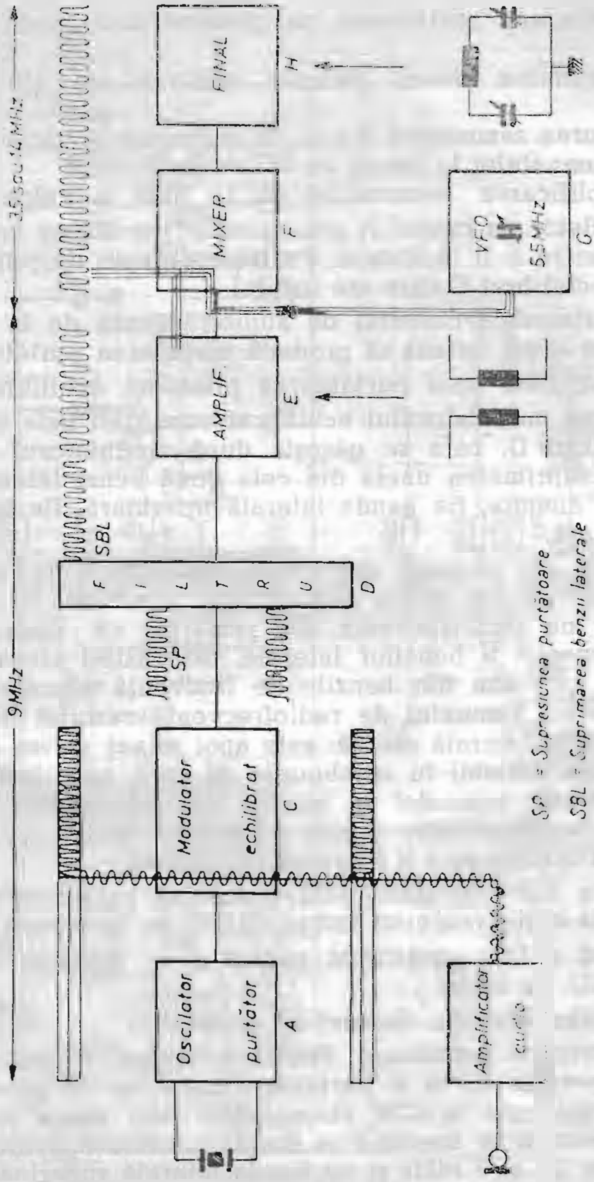
Obținerea unui semnal B.L.U. se realizează trecînd prin următoarele faze:

a) — suprimarea purtătoarei cu ajutorul unui modulator echilibrat;

b) — suprimarea benzii laterale nedorite se poate realiza prin:
- — metoda filtrării
- — metoda defazării

Metoda filtrării este procedeul cel mai simplu și mai des întrebuințat. Principiul său este arătat schematic în fig. 352 și cuprinde:

— Obținerea unei purtătoare cu ajutorul unui oscilator.



SP = Supresiunea purtătoare
SBL = Suprimarea benzii laterale

FIG. 352

— Modularea acestei purtătoare cu curentul de audiofrecvență.

— Suprimarea purtătoarei cu ajutorul unui modulator echilibrat.

— Suprimarea benzii laterale nedorite cu ajutorul unui filtru.

— Mixarea semnalului B.L.U. cu o frecvență variabilă pentru obținerea semnalului în banda de frecvențe dorită.

— Amplificarea semnalului B.L.U. pînă la valoarea dorită.

Un oscilator cu cristal A generează o purtătoare care ne este necesară pentru a fi modulată. Purtătoarea este dirijată către un modulator echilibrat C care are rolul :

1. Să primească curentul de audiofrecvență de la amplificatorul B și cu acest curent să producă modularea purtătoarei.

2. Să suprime apoi purtătoarea printr-un echilibru de faze.

La ieșirea modulatorului echilibrat vom găsi cele două benzi laterale. Filtrul D, care se găsește după modulatorul echilibrat, servește la suprimarea uneia din cele două benzi laterale, lăsînd la ieșire, la alegere, fie banda laterală inferioară, fie banda laterală superioară.

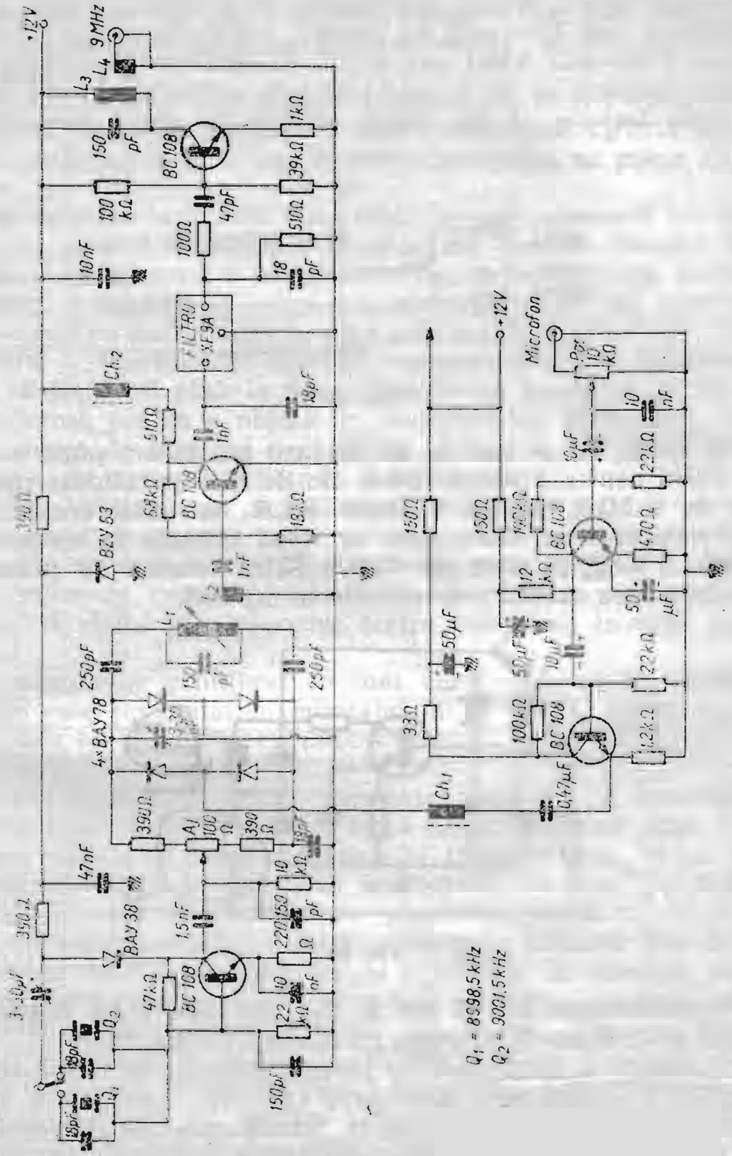
Deoarece, în general, energia de radiofrecvențe pe care o găsim la ieșirea din filtru este redusă, urmează de obicei un amplificator de radiofrecvență. De remarcat că frecvența purtătoarei, respectiv a benzilor laterale, este astfel aleasă încît să nu cadă în nici una din benzile de frecvență alocate traficului de radioamator. Semnalul de radiofrecvență rezultat după filtru, respectiv banda laterală aleasă, este apoi mixat cu un semnal de radiofrecvență variabil în combinație cu care, prin însumare sau scădere, obținem semnalul în benzile de radioamatori. Urmează apoi etapa de amplificare pentru aducerea semnalului B.L.U. la nivelul dorit înainte de a fi transferat în antenă.

In figura 353 este prezentată o schemă care cuprinde toate fazele pînă la obținerea unui semnal B.L.U. pe frecvența de 9MHz.

Montajul a fost simplificat pentru a se înțelege mai bine sistemul B.L.U. cu filtru.

Să analizăm metoda, element cu element.

Oscilatorul de purtătoare. Pentru a obține un semnal B.L.U. trebuie să pornim de la o purtătoare care ne va servi dealtfel si pentru emisiunea în CW (telegrafie). Aici apare prima problemă. În practică se lucrează cu banda laterală inferioară (B.L.I.) pe benzile de 3,5 și 7 MHz și cu banda laterală superioară (B.L.S.) pe toate benzile de frecvențe mai mari.



+12V
9MHz
L3
L4
BC 108
FILTRU XF9A
Ch2
Ch1
BZY 83
4×BAY78
BAY 38
Q1 = 8998,5 kHz
Q2 = 9001,5 kHz
Microfon
+12V

FIG. 353

Este necesar ca banda laterală produsă să aibă mereu aceeaşi frecvenţă. Cum frecvenţa purtătoare este un raport direct cu cea a filtrului folosit pentru suprimarea unei benzi laterale, trebuie să stabilim întîi frecvenţa de trecere a filtrului folosit, care poate fi joasă (500—655 KHz) sau înaltă (2—9MHz). Oscilatorul ce va genera purtătoarea va fi controlat prin cristal de cuarţ, deoarece frecvenţa trebuie să fie foarte stabilă. În cazul unui filtru pe

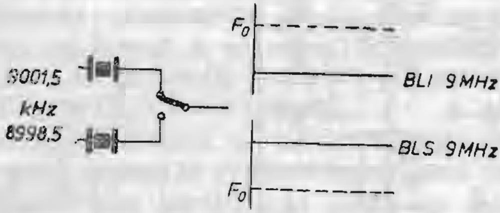


FIG. 354

9 MHz va trebui să pornim fie de la o purtătoare puţin mai mică de 9 MHz pentru a obţine B.L.I., fie de la o purtătoare puţin mai mare de 9 MHz, pentru a obţine B.L.S., aşa cum arată fig. 354.

Oscilatorul va lucra deci cu două cristale la alegere, unul pe 9001,5 KHz şi altul pe 8998,5 KHz. Schema de principiu a unui asemenea oscilator se găseşte în fig. 355.

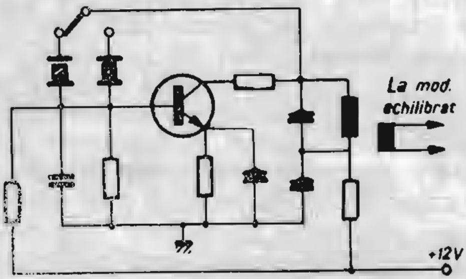


FIG. 355

Tranzistoarele BC108 pot fi de fabricaţie IPRS Băneasa, iar diodele BAY78 pot fi înlocuite cu diode IPRS tip Fo57.

Modulatorul echilibrat. La ieşirea etajului oscilator semnalul se aplică modulatorului echilibrat care are rolul de a suprima purtătoarea. Principiul constă în introducerea purtătoarei astfel încît să nu mai apară la ieşire, dar fără a provoca slăbirea intensităţii benzilor laterale.

La ieşirea modulatorului echilibrat nu vom găsi nici un semnal în absenţa curenţilor de audiofrecvenţă generaţi de microfon. La aplicarea semnalelor de audiofrecvenţă modulatorul se dezechilibrează şi una din ramurile sale conduce mai mult decît alta. Modulatorul nu este echilibrat pentru benzile laterale, care astfel apar la ieşire.

În modulatoarele echilibrate, echipate cu diode, acestea sînt astfel conectate încît prezintă o mare rezistenţă directă semnalului de radiofrecvenţă al purtătoarei, care astfel nu poate ajunge la ieşire.

Cînd aplicăm semnalul microfonic acesta provoacă un dezechilibru în circuit, polarizînd diodele din fiecare ramură după polaritatea instantanee a semnalului de radiofrecvenţă modulat. Ca urmare, vom găsi la ieşire un semnal format din cele două benzi laterale cu purtătoarea practic suprimată.

Pentru o funcţionare corectă tensiunea de radiofrecvenţă trebuie să fie de 6 pînă la 8 ori superioară tensiunii de vîrf de audiofrecvenţă pentru a obţine un minimum de distorsiuni. Practic, vom lucra cu tensiuni de ordinul zecimilor de volt în audiofrecvenţă şi de ordinul volţilor în radiofrecvenţă.

Diodele utilizate în modulatorul echilibrat trebuie să prezinte un nivel de zgomot redus, o rezistenţă directă foarte mică, o rezistenţă inversă foarte mare, o bună stabilitate şi să lucreze într-un regim de comutare rapidă. Un parametru important la alegerea diodelor este raportul dintre rezistenţa inversă şi cea directă.

Un modulator echilibrat în inel care asigură o excelentă suprimare este prezentat în montajul din fig. 353. Punctul optim de echilibru se stabileşte cu potenţiometrul de 100 ohmi şi condensatorul ajustabil de 3/30 pF.

Filtrul. După amplificare semnalul ieşit de la modulatorul echilibrat trece printr-un filtru trece-bandă care să aibă o selectivitate suficientă pentru a permite trecerea unei benzi laterale, suprimînd-o în acelaşi timp pe cealaltă. De fapt, acest filtru este una din cele mai importante piese din emiţător, de el depinzînd calitatea semnalului B.L.U. Cele mai utilizate sînt filtrele pe frecvenţa de 9 MHz echipate cu 4 cristale. În general, pentru asemenea filtre, indiferent de frecvenţa pe care lucrează, cristalele trebuie să fie toate de acelaşi tip. Pentru cuplarea filtrului folosim transformatori de frecvenţă intermediară acordaţi pentru a obţine banda de trecere necesară de cca 2,8 kHz. Selectivitatea filtrului şi curba sa de răspuns depind în cea mai mare măsură de numărul de cristale de cuarţ utilizate. În fig. 356 este dată schema de principiu a unui filtru eficace, iar în tabelul 40 sînt

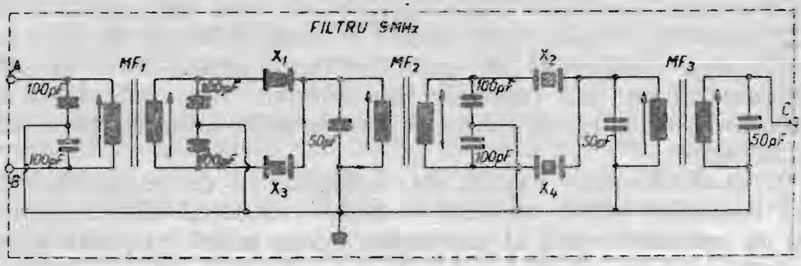


FIG. 356

prezentate cîteva tipuri uzuale de filtre cu cristale de cuarț, cu frecvența de lucru 9 MHz.

Tabelul 40

Tipul filtrului	XF 9A	XF 9B	XF 9C	XF 9D	XF 9E	XF 9M
Mod de folosire	BLU	BLU	AM	AM	FM	CW
Număr cristale de cuarț	5	8	8	8	8	4
Lățimea de bandă la 6 dB	2,5 KHz	2,4 KHz	3,75 KHz	5,0 KHz	12,0 KHz	0,5 KHz
Neliniaritate	1 dB	2 dB	2 dB	2 dB	2 dB	1 dB
Pierderi posibile	3 dB	3,5 dB	3,5 dB	3,5 dB	3,5 dB	5 dB
Panta la:						
6 : 50 dB	1 : 1,7	—	—	—	—	—
6 : 60 dB	—	1 : 1,8	1 : 1,8	1 : 1,8	1 : 1,8	1 : 2,5
6 : 80 dB	—	1 : 2,2	1 : 2,2	1 : 2,2	1 : 2,2	1 : 4,4
Selectivitate	45 dB	100 dB	100 dB	100 dB	90 dB	90 dB
Rezistență ieșire ohmi	500	500	500	500	1 200	500
Capacitate ieșire pF	30 pF	30 pF	30 pF	30 pF	30 pF	30 pF

Mixer și V.F.O. Semnalul B.L.U. amplificat trebuie mixat cu semnalul unui oscilator local pentru a obține frecvențe în benzile de radioamatori.

Pe benzile decametrice (3,5—28 MHz) frecvența V.F.O. se alege de obicei reglabilă între 4,9 și 5,5 MHz. Pentru o funcțio-

nare corectă mixerul trebuie să transforme cele două frecvențe introduse (semnalul B.L.U. și cel de la V.F.O.) în suma sau diferența lor, fără a produce și alte frecvențe suplimentare nedorite. Pentru aceasta este necesar să se obțină o mare atenuare a nivelului semnalelor aplicate mixerului și să ne asigurăm ca etajele imediat următoare să atenueze suficient frecvențele nedorite.

Etajul excitator și etajul de ieșire. Foarte puține mixere B.L.U. pot debita o putere de radiofrecvență suficientă pentru excitarea corectă a unui amplificator de putere. Este deci necesar să utilizăm unul sau mai multe etaje amplificatoare între mixer și etajul de putere.

Metoda prin defazare este schematizată în figura 357 și cuprinde:

— Obținerea purtătoarei cu ajutorul unui oscilator.

— Aplicarea purtătoarei la o rețea de defazare ce o divide în două componente egale ca amplitudine, dar defazate cu 90°.

— Trecerea tensiunii de audiofrecvență printr-o altă rețea de defazaj, obținînd două componente egale și defazate cu 90°.

— Aplicarea unei componente de radiofrecvență și de audiofrecvență la cîte un modulator echilibrat, ambele modulatoare fiind conectate la un circuit acordat comun, obținîndu-se anularea unei benzi laterale și favorizarea celeilalte.

— Amplificarea semnalului B.L.U.

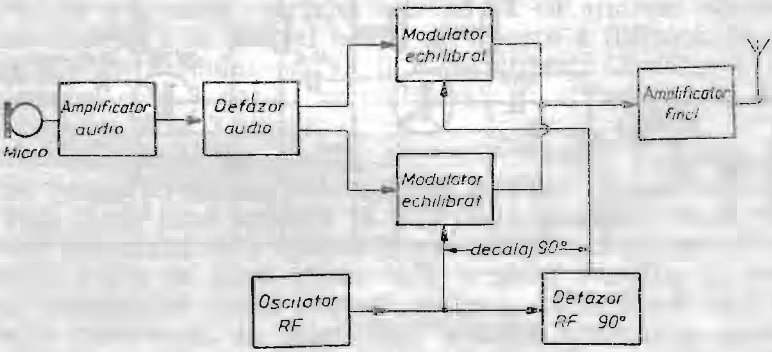


FIG. 357

Metoda prezintă unele avantaje și anume:

— Posibilitatea de transmitere a unei benzi de frecvență de lățimea dorită, putînd fi adaptată după dorința constructorului, ceea ce permite realizarea unei modulații de calitate excelentă.

— Montajul poate fi realizat cu componente obişnuite ce se găsesc în mod frecvent în comerţ la preţuri accesibile.

Punerea la punct se poate face cu aparatură simplă.

Metoda mixtă. Uneori se foloseşte metoda combinată între cele două metode descrise mai sus.

Scheme practice de excitatoare B.L.U. cu filtre

Excitator B.L.U. pe 9 MHz. După cum am arătat, realizarea unei staţiuni B.L.U. se poate face executînd fiecare din elementele componente. Excitatorul descris este compus din :

V.F.O. în întregime tranzistorat, închis într-o cutie de aluminiu, care la rîndul ei este acoperită cu un strat de polistiren expandat, cu dimensiunile 110×110×80 mm. Spaţiul necesar în adîncime pe şasiul emiţătorului, inclusiv pentru cadran, va fi de cca 130 mm. Schema de principiu în fig. 358.

Oscilatorul variabil acoperă gama de frecvenţa 4,9—5,5 MHz şi este echipat cu 2 tranzistoare de tip 2N708 putînd furniza 250

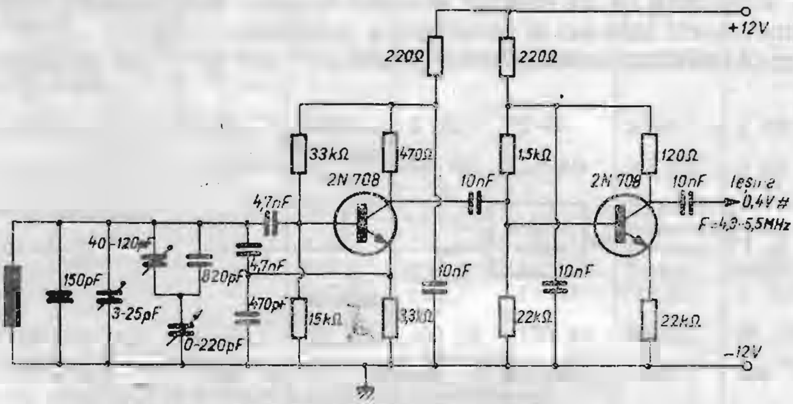


FIG. 358

pînă la 400 mV. Montajul poate fi realizat şi cu tranzistorul de fabricaţie românească 2N918, care însă fiind de putere mai redusă, trebuie obligatoriu prevăzut cu radiator exterior. Stabilitatea de frecvenţă este mai bună de 200 Hz pentru o uşoară instabilitate a sursei de alimentare şi mai bună de 150 Hz pentru o ridicare a temperaturii pînă la 50°C.

Excitatorul propriu-zis, a cărui schemă de principiu se găsește în fig. 359, conține toate etajele necesare obținerii unui semnal B.L.U. pe frecvența de 9 MHz, este echipat cu tranzistoare *npn* și poate fi montat pe o placă de circuit imprimat cu dimensiunile 10×11 mm.

El conține un amplificator de audiofrecvență cu impedanța de intrare în jurul a 200 ohmi, echipat cu tranzistorul BC108. Un oscilator cu cuarț echipat cu tranzistorul BF115 produce purtătoarea necesară atît pentru B.L.I. și B.L.S., cît și pentru CW. Această purtătoare modulată de curentul de audiofrecvență este aplicată modulatorului echilibrat echipat cu 4 diode care asigură o excelentă suprimare a purtătoarei. Obținem astfel două benzi laterale centrate pe frecvența de 9 MHz.

Un etaj amplificator crește nivelul celor două benzi laterale și le aplică unui filtru cu cuarț, XF9A care suprimă banda laterală nedorită. Urmează un etaj amplificator B.L.U. echipat cu tranzistorul BF233 sau echivalentul său românesc BF254.

Nivelul de ieșire este de cca 300 mV pe o rezistență de ieșire de 500 ohmi, iar alimentarea se face la 12 V.

Funcționarea excitatorului. Tranzistorul BF115 generează un semnal pentru purtătoarea pe 9 MHz (±1,5 kHz). Dacă vrem să utilizăm banda laterală superioară vom folosi cuarțul de 8998,5 KHz, iar pentru banda laterală inferioară cuarțul de 9001,5 KHz; pentru CW frecvența cuarțului este adusă cu ajutorul condensatorului trimer C2 în centrul benzii de trecere a filtrului. Desigur, pentru CW și modulatorul va fi dezechilibrat. Comutarea cuarțului pentru cele 3 poziții se realizează cu ajutorul unui comutator cu 3 contacte, 3 poziții.

Excitator B.L.U. cu clipper de radiofrecvență. Folosirea clipperului pentru creșterea puterii medii a vocii este cunoscută de mai mult timp, fiind aplicată la modulația de amplitudine. Funcționarea sistemului este simplă. Semnalul de audiofrecvență trece printr-un cuplu de două diode care suprimă vîrfurile de amplitudine, mărindu-se astfel puterea medie a vocii. După cele două diode se conectează un filtru care elimină armonicile generate de suprimarea vîrfurilor. Eliminarea lor totală nu este posibilă, ceea ce produce la un nivel mare de suprimare distorsiuni importante

La emisiunile B.L.U. clipperul în audiofrecvență este puțin aplicabil. Putem însă să ne gîndim la aplicarea lui asupra semnalului de radiofrecvență. Astfel, dacă un semnal B.L.U. este trecut prin sistemul format din cele două diode, vîrfurile de intensitate ale semnalului vor fi tăiate, ceea ce permite creșterea

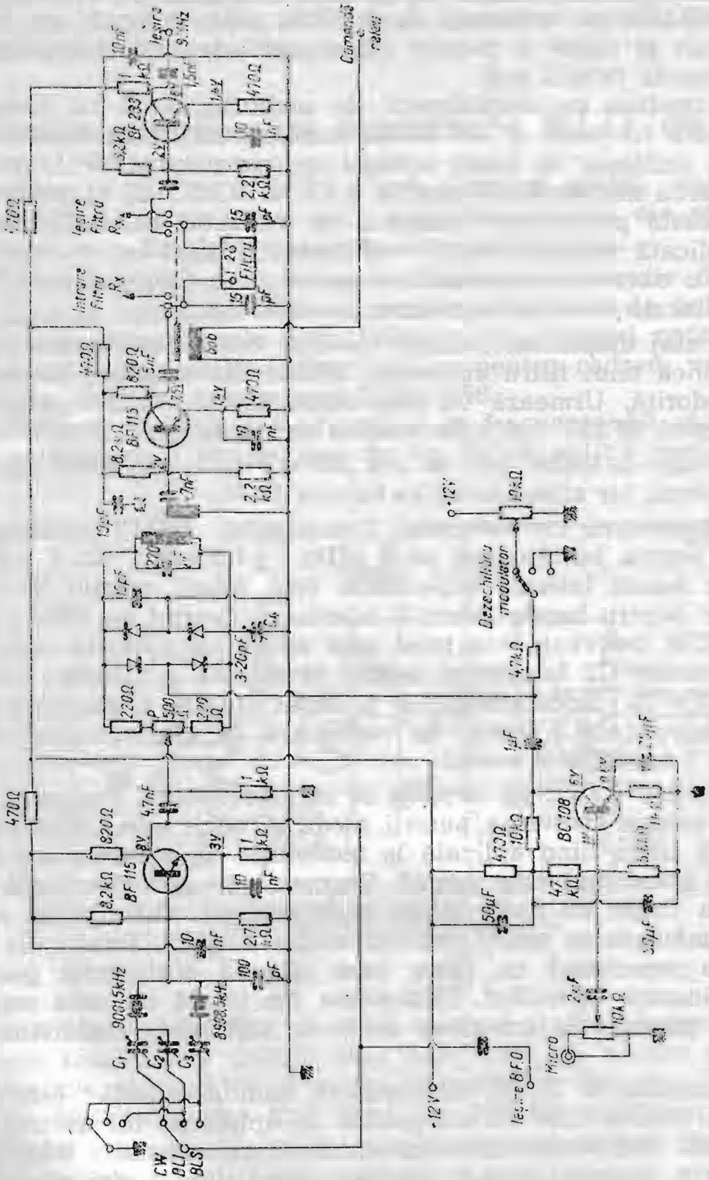

BF 115
BF 115
BF 233
BC 108
Intrare filtru
Iesire filtru
Iesire 9 MHz
Comandă relei
Dezechilibru modulator
Micro
Iesire BFO
+12 V
CW
BLI
BLS
9001,5 kHz
8998,5 kHz

FIG. 359

substanţială a nivelului mediu al semnalului. Apoi semnalul este trecut printr-un al doilea filtru care elimină frecvenţele nedorite. De exemplu, dacă suprimăm vîrfurile de amplitudine ale unui semnal B.L.U. pe 9 MHz, cea de a doua armonică (18 MHz) este uşor eliminată. De aceea clippingul în radiofrecvenţă poate fi mai mult accentuat decît în audiofrecvenţă. Schema-bloc a excitatorului pe 9 MHz cu clipper de radiofrecvenţă este arătată în fig. 360.

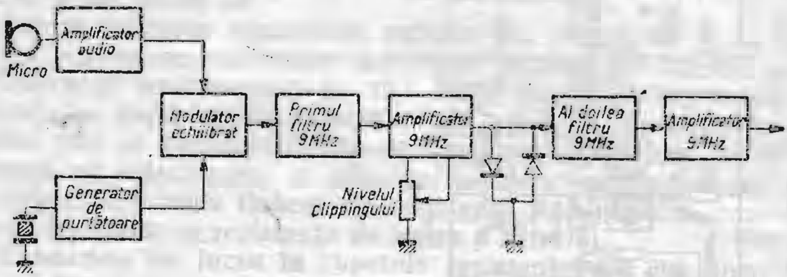


FIG. 360

Semnalul de audiofrecvenţă şi cel de radiofrecvenţă al purtătoarei sînt trimise la un modulator echilibrat care suprimă purtătoarea. Semnalul cu dublă bandă laterală trece printr-un filtru cu cristal care elimină una din benzile laterale. Semnalul B.L.U. este apoi amplificat printr-un etaj cu amplificare variabilă. După acest amplificator semnalul B.L.U. alimentează două diode care taie mai mult sau mai puţin vîrfurile semnalului B.L.U. Urmează un al doilea filtru pe 9 MHz care trebuie să fie identic cu primul şi care elimină frecvenţele parazite. În final se mai realizează o amplificare a semnalului.

Schema electrică a excitatorului este arătată în fig. 361.

Amplificatorul de audiofrecvenţă trebuie să aibă un zgomot de fond foarte redus, deoarece sistemul ar scoate în evidenţă un asemenea zgomot. Pentru aceasta curentul primului tranzistor este de numai 0,5 mA, iar conexiunile foarte scurte. Impedanţa de intrare este mare, permiţînd lucrul cu microfoane de tip cristal, ceramic, condensator, care au asemenea impedanţă. Observăm că rezistenţa din emitătorul celui de al doilea tranzistor BC109 nu este şuntată de un condensator, ceea ce creează o reacţie negativă care îmbunătăţeşte calitatea semnalului.

Trebuie acordată o grijă deosebită la construirea etajului generator de purtătoare de care depinde în cea mai mare măsură

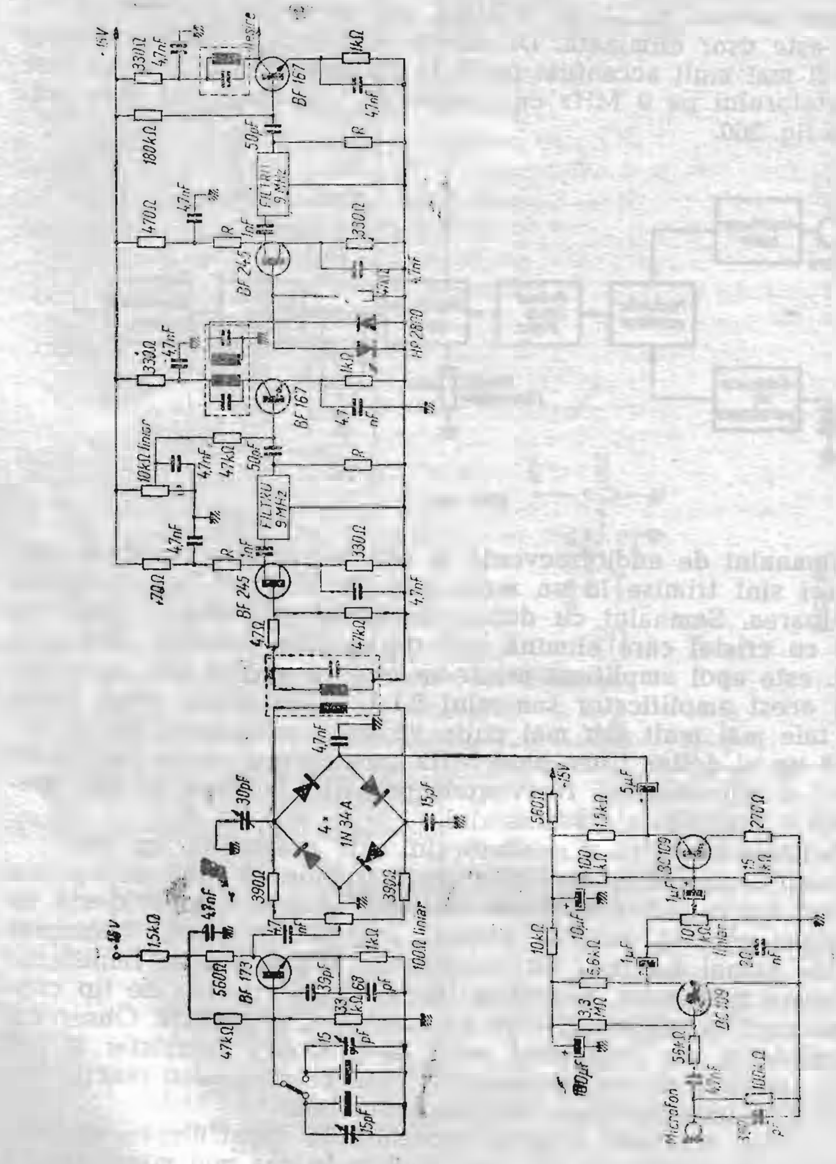

Ieşire
BF 167
BF 245
FILTRU 9 MHz
HP 2800
BF 173
4× 1N 34 A
BC109
Microfon
100Ω liniar
10kΩ liniar

FIG. 361

stabilitatea semnalului. Trimerii paraleli pe fiecare cuarţ permit deplasarea purtătoarei pe flancul filtrului, astfel încît se obţine o modulaţie bună concomitent cu o bună suprimare a purtătoarei şi a unei benzi laterale. Aceste condiţii sînt absolut necesare în cazul sistemului cu clipper de radiofrecvenţă.

Modulatorul echilibrat este de tipul inel, folosind 4 diode de tipul 1 N 34 A sau echivalentul românesc EFD108. Este foarte important ca rezistenţa directă a celor patru diode să fie egală, iar cea inversă, cît mai mare. Reglajele pentru suprimarea purtătoarei se realizează prin potenţiometrul de 100 ohmi şi condensatorul trimer de 30 pF.

Pentru cuplarea semnalului compus din cele două benzi laterale la ieşirea modulatorului echilibrat folosim un transformator de frecvenţă intermediară pe 10,7 MHz, căruia îi suprimăm un bobinaj, în locul căruia bobinăm trei spire la 20 milimetri de capătul rece al bobinajului rămas. Tranzistorul FET de tip BF245 lucrează ca amplificator şi adaptor de impedanţă. Urmează primul filtru pe 9 MHz flancat de rezistenţa R a cărei valoare trebuie să fie egală cu rezistenţa de ieşire a filtrului.

Tensiunea de lucru la capetele rezistenţei de 300 ohmi trebuie să fie în jurul valorii de 1 V. Deoarece tranzistoarele FET prezintă mari diferenţe între ele, după tipul întrebuinţat, se poate simţi necesitatea modificării valorii rezistenţei pentru a obţine această tensiune.

Semnalul B.L.U. este apoi amplificat de tranzistorul BF167 sau echivalentul său românesc cu acelaşi indicativ. Amplificarea acestui etaj se reglează prin potenţiometrul de 10 Kohmi şi este maximă pentru un curent de colector de cca 4 mA şi în aceste condiţii şi nivelul clippingului va fi maxim. Urmează un nou transformator de cuplaj, identic cu primul.

Cele două diode care taie vîrfurile de semnal sînt de tipul celor folosite în modulatorul echilibrat sau, preferabil, de tip HP2800. Semnalul astfel limitat se aplică unui nou tranzistor FET, care are o funcţiune similară cu a primului tranzistor FET. Urmează un al doilea filtru pe 9 MHz care elimină armonicile nedorite şi apoi un nou etaj amplificator cu tranzistorul BF167.

Reglarea excitatorului. Vom începe cu partea de audiofrecvenţă. Conectînd o cască la ieşirea amplificatorului de audiofrecvenţă verificăm dacă zgomotul de fond este suficient de redus. Vorbind în faţa microfonului verificăm calitatea. Nu trebuie să existe nici un fel de distorsiuni deoarece nivelul de amplificare este relativ redus. Vorbind în faţa microfonului şi măsurînd tensiunea la audiofrecvenţă la ieşirea celui de al doilea tranzistor BC109 reglăm potenţiometrul de 10 Kohmi pentru a nu avea

mai mult de 0,1 V. Acest nivel trebuie să fie de cca 10 ori mai redus decît cel al purtătoarei, care trebuie să fie de cca 1 V la intrarea modulatorului echilibrat.

Reglăm apoi toate circuitele acordate pe 9 MHz pentru maximum de semnal. De menționat că circuitele trebuie în prealabil acordate în jurul acestei frecvențe cu ajutorul unui grid-dip-metru. Pentru aceasta este necesar să conectăm un voltmetru electronic, prevăzut cu sondă pentru radiofrecvență, pe colectorul ultimului tranzistor. Pentru a obține un semnal puternic la ieșire, în timpul reglajelor dezechilibrăm modulatorul echilibrat prin reglarea potențiometrului de 100 ohmi la unul din capete și comutatorul pe B.L.S. cu trimerul de 30 pF complet deschis sau comutatorul pe B.L.I. cu trimerul complet închis.

Trecem apoi la suprimarea purtătoarei. Cu voltmetrul electronic branșat pe ultimul tranzistor reglăm alternativ potențiometrul și trimerul din modulatorul echilibrat.

Această operație se începe cu potențiometrul, se continuă cu trimerul și se repetă de mai multe ori, pînă cînd voltmetrul arată ∅ radiofrecvență la ieșire. Urmează reglarea flancurilor benzii de trecere a filtrului. Deoarece aceasta depinde de vocea operatorului este bine să efectuăm această operațiune ascultînd propria modulație pe un receptor care poate recepționa frecvența de 9 MHz. Ne plasăm întîi în poziția B.L.S. cu trimerul de 15 pF închis. Dacă modulația este prea ascuțită, deschidem încet trimerul pînă cînd modulația devine agreabilă. Pentru B.L.I. procedăm în același fel, dar începînd cu trimerul complet deschis.

Rezultatele : Utilizarea acestui dispozitiv aduce o ameliorare în inteligibilitatea semnalului în QRM de cca 8 dB și observăm o creștere cu cca 10 dB a raportului dintre puterea medie și puterea P.E.P. Pentru cazul cînd semnalul static este recepționat satisfăcător, este bine să nu folosim clipperul, dar cînd semnalul propriu este greu urmărit de corespondent, introducem clipperul și inteligibilitatea va deveni mai bună.

Dispozitivul poate fi aplicat și la montajele existente.

De asemenea, cei ce nu doresc acest sistem se vor opri cu montajul la primul etaj amplificator pe 9 MHz.

Excitator simplu — pe benzile de 14 și 21 MHz. Excitatorul descris nu este complicat și se remarcă prin simplitatea reglării. Formarea semnalului se realizează pe o frecvență de 1 MHz — printr-un filtru cu cuarț.

Schema excitatorului este prezentată în fig. 362 și 363, semnalul sonor de la microfon este amplificat de către un amplificator cu trei etaje (ambele triode ale tubului T_1 și trioda din

stînga, pe schemă, a tubului T_2). Amplificarea de audiofrecvență se reglează cu potențiometrul R_7. Semnalul de audiofrecvență amplificat, trebuie să fie fără zgomot de fond, altfel acest zgomot va apare la ieșirea generatorului și va deprecia calitatea semnalului cu o singură bandă.

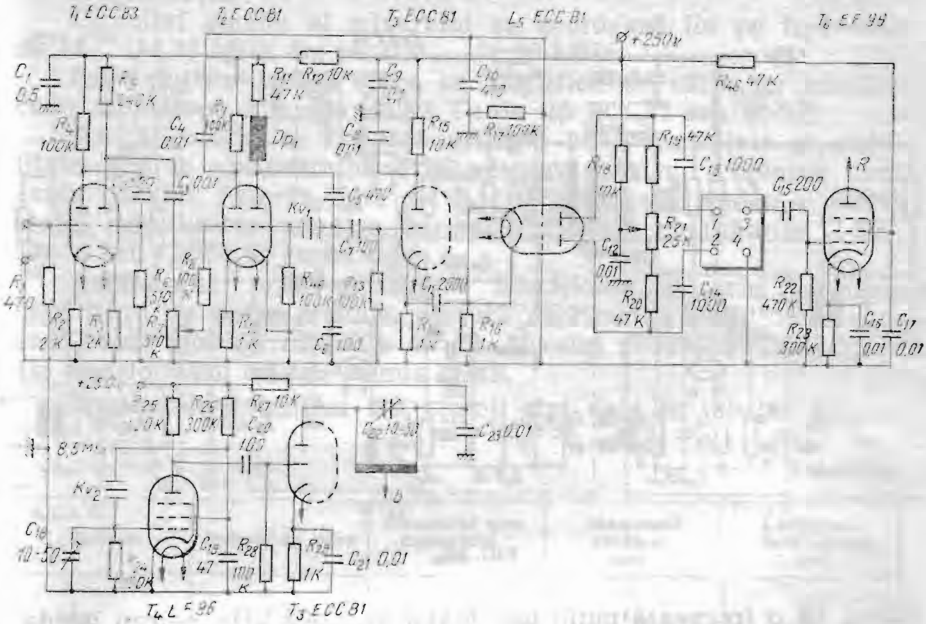


FIG. 362

Trioda din dreapta a tubului T_2, de tip 6N1P sau ECC81, servește drept generator al oscilațiilor purtătoarei. Frecvența cuarțului KV1 este egală cu 1 MHz. Oscilațiile de radiofrecvență se transmit la un repetor catodic care adaptează ieșirea generatorului cu rezistența de intrare a etajului următor, un modulator de echilibrare pe catodul căruia se aplică tensiunea purtătoarei.

Modulatorul de echilibrare face uz de o dublă triodă, T_5, de tip 6N1P sau ECC81 care nu cere tensiuni simetrice, pe frecvența joasă și înaltă. Tensiunea frecvenței înalte, se aplică prin condensatorul C_1, de la repetorul catodic la catodul modulatorului de echilibrare, ambele grile ale acestuia fiind legate la pămînt pentru radiofrecvență. Sarcina modulatorului de echilibrare este realizată după o schemă simetrică, cu un punct median artificial.

Rezistența variabilă R_{21} servește pentru echilibrarea schemei. Semnalul cu două benzi obținut, cu purtătoarea suprimată, se aplică la un filtru de selecție de bază, montat pe rezonatoare cu cuarț. Banda de trecere se întinde de la 1 000,4 pînă la 1 002,8 kHz, adică filtrul separă banda laterală superioară. Se poate introduce în schema generatorului frecvenței purtătoare încă un

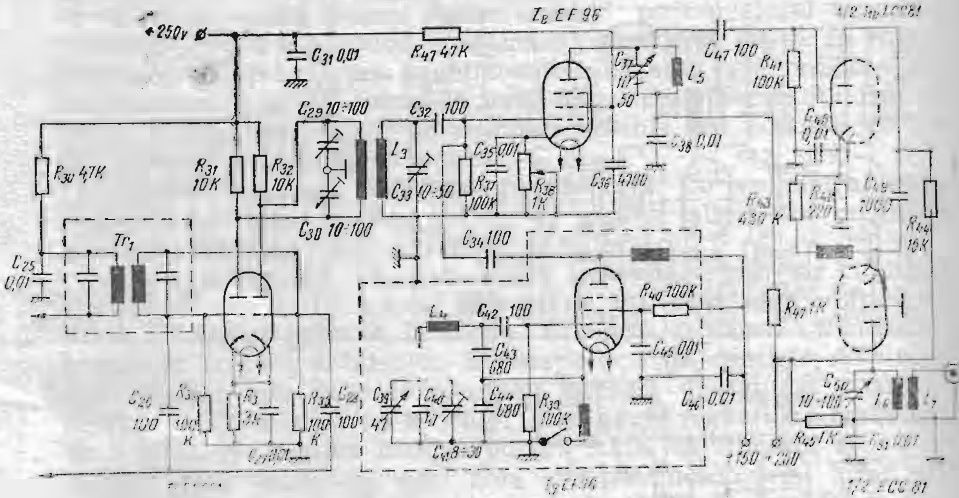


FIG. 363

cuarț, cu o frecvență puțin mai înaltă de 1 003 kHz, pentru banda laterală inversă.

Semnalul cu bandă unică, format pe frecvența de 1 MHz, este transmis la un amplificator echipat cu pentoda de tip EF96 sau 6J3P. Ca sarcină a amplificatorului servește un filtru acordat pe frecvența de 1 MHz. Tubul T_4 de tip EF96 sau 6J3P funcționează în schema generatorului de cuarț, pe o frecvență de 8 500 kHz. Prin condensatorul C_{18} se produce modificarea frecvenței generatorului cu cuarț. O jumătate a triodei duble T_5 de tip ECC81 sau 6N1P funcționează ca un dublor de frecvență al cărui circuit anodic este acordat pe o frecvență de 17 MHz. Tensiunea de radiofrecvență a acestui etaj se aplică în fază pe grilele unui mixer de echilibrare, prevăzut cu tubul T_7, de tip ECC81 sau 6N1P. Tot aici, în contrafază, se transmite un semnal cu bandă unică, cu frecvența de 1 MHz. Circuitul anodic al mixerului se acordează pe frecvența de 18 MHz. Tubul ur-

mător T_8, de tip EF96 sau 6J3P funcţionează ca un mixer. Pe grila acestuia se transmite semnalul cu bandă unică, cu o frecvenţă de 18 MHz, de la circuitul L_3, C_{33}, cuplat inductiv cu circuitul L_2, C_{29}, C_{30}. Tot aici se aplică tensiunea de radiofrecvenţă de la un generator ce funcţionează în gama de 3,0 . . . 4,0 MHz. La acest generator se aplică obişnuitele măsuri pentru stabilizarea frecvenţei.

Circuitul anodic al mixerului se acordează fie pe frecvenţa de 14 . . . 14,35 MHz, fie pe 21,0 . . . 21,45 MHz.

Semnalul cu bandă unică se amplifică de către un amplificator montat pe o triodă dublă T_{10} de tip ECC81 sau 6N1P.

Amplificatorul se remarcă printr-o bună liniaritate şi stabilitate. Ieşirea excitatorului este adaptată pentru cuplarea unui cablu coaxial. Puterea dată de el este suficientă pentru a excita etajul amplificator următor, care funcţionează cu tuburile G-807, Gu-29 sau Gu-50 în regim AB1.

Excitatorul, printr-o reglare minuţioasă şi prin folosirea unui filtru cu patru cristale, asigură suprimarea purtătoarei şi a unei benzi laterale cu peste 40 dB. Nivelul produselor colaterale ale transformării este de minus 35 dB.

Elementele bobinelor din circuit sînt date în tabelul 41.

Tabelul 41

Bobina	Număr de spire	Diametrul conductorului mm	Diametrul carcasei mm	Lungimea bobinajului mm
L_1	10	1,0	15	25
L_2L_3	9	1,0	15	25
L_4	42	1,0	25	50
L_5L_6	7	1,2	15	22
L_7	1,5	0,6	Pe carcasă cu L_6	

Excitator cu bandă laterală unică, cu filtru inductiv-capacitiv. Excitatorul este calculat pentru a funcţiona în două game de radioamatori, 80 şi 20 m. Schema este prezentată în fig. 364 şi 365. Semnalele acustice sînt amplificate de un amplificator cu două etaje, cu un tub T_1, de tipul ECC83 sau 6N2P. În circuitul anodic al triodei drepte a acestui tub este cuplat un transformator de audiofrecvenţă, al cărui bobinaj secundar are un punct median. Transformatorul este calculat pentru impedanţele de 10 kohmi (bobinajul primar) şi 600 ohmi (bobinajul secundar).

Tensiunea de audiofrecvență de la transformator se aplică pe un modulator inelar de echilibrare. Tot aici se aplică și tensiunea de la un generator cu o frecvență de 15 kHz, montat pe o triodă a tubului T_2 de tip ECC81 sau 6N1P. Filtrul inductiv-capacitiv, cuplat după modulatorul de echilibrare, separă banda laterală de jos (12 ... 15 kHz). Bobina de intrare a cuplajului se împarte în două, între jumătățile ei conectîndu-se rezistența R_{13}.

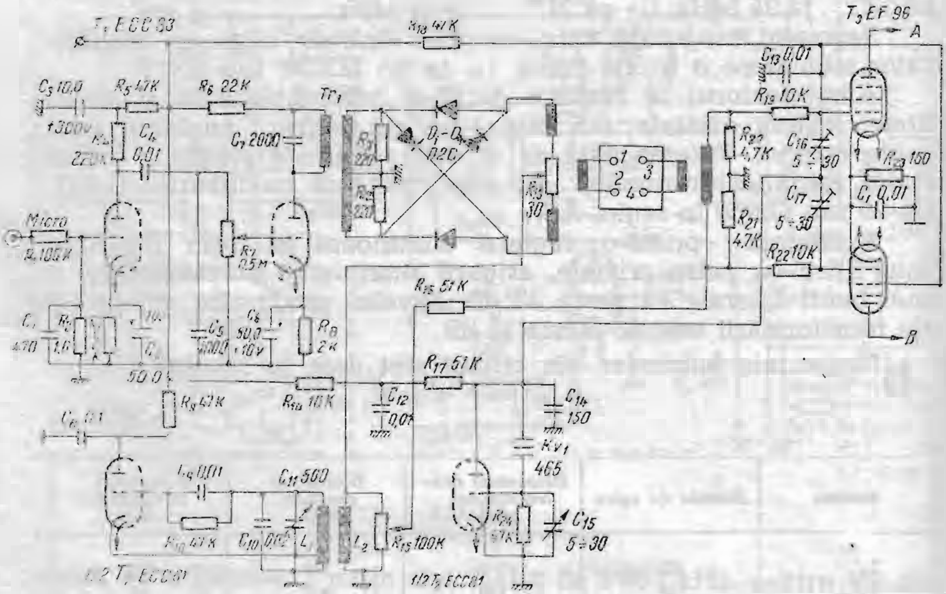


FIG. 364

Semnalul cu bandă laterală unică, format pe o frecvență de 15 kHz, se transmite la un modulator de echilibrare care funcționează pe două pentode tip EF96 sau 6J3T (T_3 și T_4). Tot aici se aplică și tensiunea de radiofrecvență de la un generator cu cuarț stabilizat, care are o frecvență de 465 kHz. La circuitul anodic al modulatorului de echilibrare este cuplat un filtru, acordat pe frecvența de 450 kHz. Semnalul obținut pe această frecvență are o bandă laterală superioară. Transformatoarele Tr_2 și Tr_3 sînt transformatoare obișnuite de frecvență intermediară, reacordate pe 450 kHz.

Apoi urmează un amplificator al semnalului S.S.B. montat pe tubul T_5 de tip EF96 sau 6J3P, după care semnalul ajunge la un mixer de echilibrare cu o dublă triodă T_6 de tip ECC81 sau

6N1П. Pe acest mixer se aplică și tensiunea de la un generator cu pentoda T_7, de tip EF96 sau 6J3P. Frecvența lui are 8,55 sau 9,45 MHz (se comută). În circuitul anodic al mixerului de echilibrare este posibil să se separe un semnal cu bandă laterală unică, de pe una din benzile laterale, pe o frecvență de 9 MHz.

În continuare, semnalul S.S.B. se transmite la mixerul T_9 echipat cu tubul tip 6BE6 sau 6A2P. Pe grila aceluiași tub se

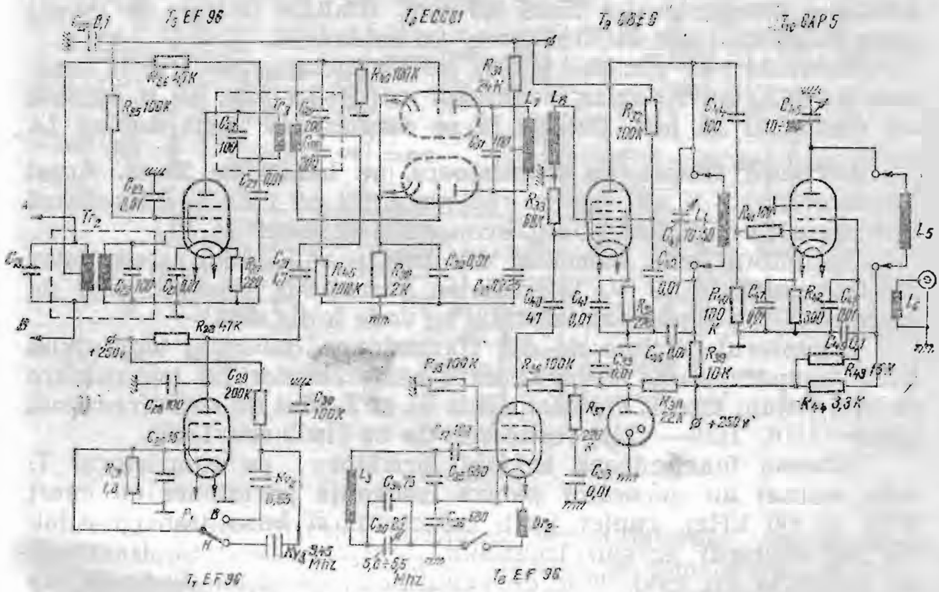


FIG. 395

aplică tensiunea de radiofrecvență, de la un generator cu frecvență variabilă, care acoperă frecvențele de la 5,0 MHz la 5,5 MHz.

În circuitul anodic al acestui mixer se separă frecvența în limitele gamelor de 80 sau 20 m. După aceea, semnalul este supus unor amplificări în etajul următor, cu un tub de tip 6AQ5 sau 6P15P.

Excitatorul dă o putere suficientă pentru excitarea unui etaj final de radiofrecvență cu puterea de 200 W în regim AB1 sau AB2.

Bobina L_1 are 300 spire dintr-un conductor de 0,5 mm, pe un inel de ferită cu diametrul 45 mm. Bobina de cuplaj L_2 are 30 spire din același conductor.

Bobina L_3 are 40 spire, ∅ 1,1 mm. Diametrul bobinei este 25 mm, iar lungimea bobinajului 65 mm. Bobinele L_4 și L_5 sînt de schimb, pentru gama de 80 m. Ambele au cîte 42 spire, din conductor cu ∅ 1 mm, pe o carcasă cu diametrul 25 mm. Lungimea bobinajului este de 50 mm. Pentru gama de 20 m, aceste bobine au cîte 12 spire cu ∅ 1,2 mm, pe miez de 20 mm în diametru, lungimea bobinajului fiind 25 mm. Bobina de cuplaj L_6 are, pentru gama de 80 m, 5 spire, iar pentru 20 m, două spire, grosimea conductorului fiind 0,5 mm. Ambele bobine de cuplaj se amplasează lîngă capătul „rece" al bobinei L_5.

Bobinele de șoc Dr_1 și Dr_2 au inductanța 2—3 mH. Bobinele L_7 și L_8 au 13 spire, conductor cu ∅ 0,6 mm, pe o carcasă cu diametrul 25 mm. Bobina L_8 se amplasează lîngă bobina L_7.

Excitator simplu, cu tranzistoare, pe banda de 20 m. Acest excitator poate fi util pentru radioamatorii pe care îi interesează aparatura de mici dimensiuni, economică și portabilă.

Excitatorul este alimentat din baterii sau de un acumulator cu tensiunea de 12 V, intensitatea curentului absorbit fiind de circa 30 mA. Schema excitatorului se vede în fig. 366.

Excitatorul dispune de opt tranzistoare, gabaritul montajului fiind comparabil cu acela al unui radioreceptor cu tranzistoare de dimensiuni medii. Tranzistoarele T_5 și T_6 sînt de audiofrecvență (П13— П16, П39— П41) restul sînt de tip П402 sau П403.

Schema funcționează în felul următor: pe tranzistorul T_1 este montat un generator pentru frecvența purtătoare cu cuarț KV1 (5 200 kHz), cuplat între colectorul și baza tranzistorului. De pe emitorul acestui tranzistor, tensiunea de radiofrecvență se aplică la un modulator de echilibrare, cu două diode de tip D9B. Tot aici se aplică, prin bobina de șoc Dr_2, tensiunea modulatoare de audiofrecvență de la un amplificator microfonic cu două etaje, cu tranzistoare (T_5 și T_6).

Transformatorul Tr_1 este bobinat pe un inel de ferită cu o permeabilitate μ de ordinul 20 . . . 100 și cu un diametru exterior de 12 . . . 16 mm. Bobina L_1 are 2×8 spire, L_2 3 spire, din conductor CuEm cu ∅ 0,2 mm. Acest transformator este mai bine să fie acordat cu capacitatea respectivă conectată în paralel pe o frecvență de lucru de 5,2 MHz. De la bobina L_2, semnalul S.S.B. ajunge la baza tranzistorului T_2 al unui amplificator de tensiune. Ca sarcină, în colectorul acestuia este o rezistență de 1 kΩ, de la care tensiunea amplificată a semnalului cu două benzi se transmite la un filtru ce separă banda laterală superioară. Filtrul este montat după o schemă diferențială în punte, cu patru cristale de cuarț Kv_2, Kv_5 (amîndouă pe 5 202,5 kHz) și Kv_3, Kv_4

(amîndouă pe 5 200,7 kHz). Bobina L_3 este bobinată pe un inel de ferită, ca şi L_1—L_2. Numărul spirelor se stabileşte astfel ca circuitul filtrului să aibă rezonanţa pe frecvenţa de 5 200 kHz.

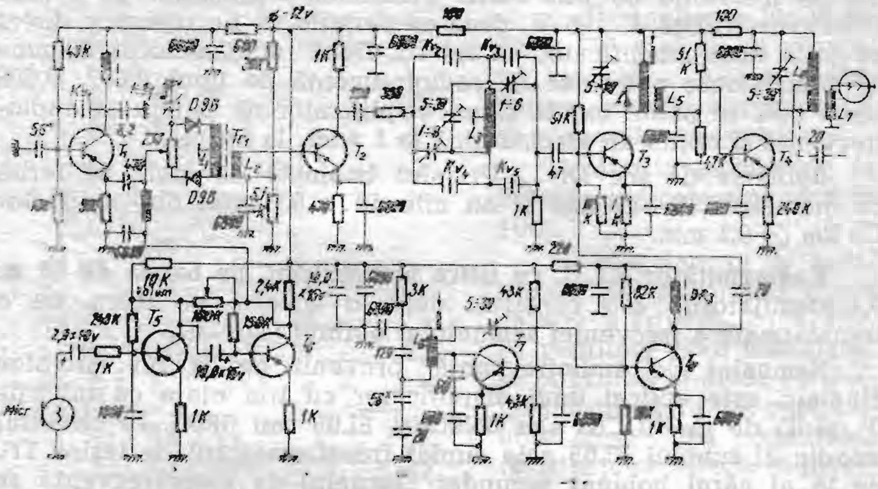


FIG. 366

De la ieşirea filtrului, tensiunea benzii laterale superioare este transmisă la baza unui mixer montat pe tranzistorul T_3.

Oscilatorul pilot al excitatorului este echipat cu tranzistorul T_7 cu baza legată la pămînt şi acoperă o bandă de la 8,9 pînă la 9,15 MHz (calculată cu scopul de a se obţine banda de 14,1 . . . 14,35 MHz). Bobina circuitului excitator pilot L_8 este bobinată pe o carcasă ceramică cu diametrul 10 mm, numărul spirelor fiind 20, iar conductorul, Cu Em, ∅ 0,5 mm. Bobinarea se face cu întinderea şi încălzirea conductorului pînă la 100 . . . 120°C. Prizele pe bobină se găsesc la spira a 5-a şi a 10-a de la capătul „rece" al bobinei.

Tensiunea oscilatorului de heterodinare se transmite de la circuitul unei părţi a bobinei la baza etajului separator, care funcţionează cu tranzistorul T_8. Apoi tensiunea amplificată a oscilatorului de heterodinare ajunge la baza mixerului T_3. Sarcina în colectorul mixerului este un circuit acordat pe frecvenţa de 14,2 MHz.

Bobinele L_1, L_5, L_6 şi L_7 sînt bobinate pe carcase cu diametrul 6 mm, cu miez de ferită. Bobinele L_1 şi L_6 au cîte 26 spire,

din conductor Cu Em ∅ 0,5 mm cu priza la a 16-a spiră. Bobinele de cuplaj L_5 şi L_7 au cîte 5 spire şi sînt bobinate lîngă capătul „rece" al bobinelor L_4 şi L_6.

Tranzistorul T_4 echipează un amplificator de tensiune acordat pe frecvenţa de 14,2 MHz. Tensiunea semnalului pe bobina colectoare atinge 4...6 V, ceea ce permite să fie transmis direct pe grila unui amplificator cu tuburi. Dacă radioamatorul dispune de tranzistoare puternice de radiofrecvenţă de tipul P 607, P 608 sau P 609, se poate monta şi un amplificator de putere de radiofrecvenţă şi obţine în sarcină pînă la 1 watt, la ieşire.

Bobinele de şoc Dr_1...Dr_3 sînt bobinate pe inele de ferită cu diametrul 10—12 mm şi au cîte 50...80 spire din conductor Cu Em ∅ 0,1 mm.

Radioemiţător B.L.U. cu filtru monocristal, pe banda de 80 m. Radioemiţătorul este construit după o schemă cu filtru, cu o transformare a frecvenţei semnalului obţinut (fig. 367).

Semnalul de audiofrecvenţă, provenit de la un microfon dinamic, este aplicat unui amplificator cu trei etaje cu tuburile T_1 şi T_2 de tip ECC83 sau 6N9C şi EL95 sau 6P6C. În circuitul anodic al tubului EL95 este cuplat transformatorul de ieşire Tr_1, de la al cărui bobinaj secundar semnalul de audiofrecvenţă se aplică pe un modulator de echilibrare şuntat.

Oscilatorul purtătoarei este prevăzut cu pentoda T_3, de tip 6J4, circuitul anodic al acestuia fiind conectat la un transformator coborîtor, de audiofrecvenţă. Suprimarea purtătoarei se realizează cu un modulator de echilibrare, cu diode. Echilibrarea schemei se stabileşte prin rezistenţa R_{15}.

Semnalul B.L.U. cu frecvenţa de 500 kHz este amplificat de tubul T_4, de tip 6AC7 sau 6J5P, şi se transmite la mixerul T_5 cu tubul tip 6BE6 sau 6A7. Pe grila de heterodinare a mixerului se aplică tensiunea de la un generator cu bandă unică, cu o frecvenţă de la 3 100 pînă la 3 150 kHz. Circuitul anodic al mixerului separă un semnal cu o anumită frecvenţă, care este apoi amplificat de etajul prefinal, pe tubul T_7 de tip 6AG7 sau 6P9. Etajul final de radiofrecvenţă este dotat cu un tub LS50, 6146 sau GU-50.

Cel mai important compartiment al radioemiţătorului este filtrul principal de selecţie. Secţiunea de bază a filtrului este cea din mijloc, care de fapt determină caracteristica de frecvenţă a acestuia. În construcţia descrisă este folosit un cristal de cuarţ cu frecvenţa de 500 kHz. Circuitele filtrului sînt confecţionate prin legarea în serie a unor transformatoare de frecvenţă intermediară de la radio-

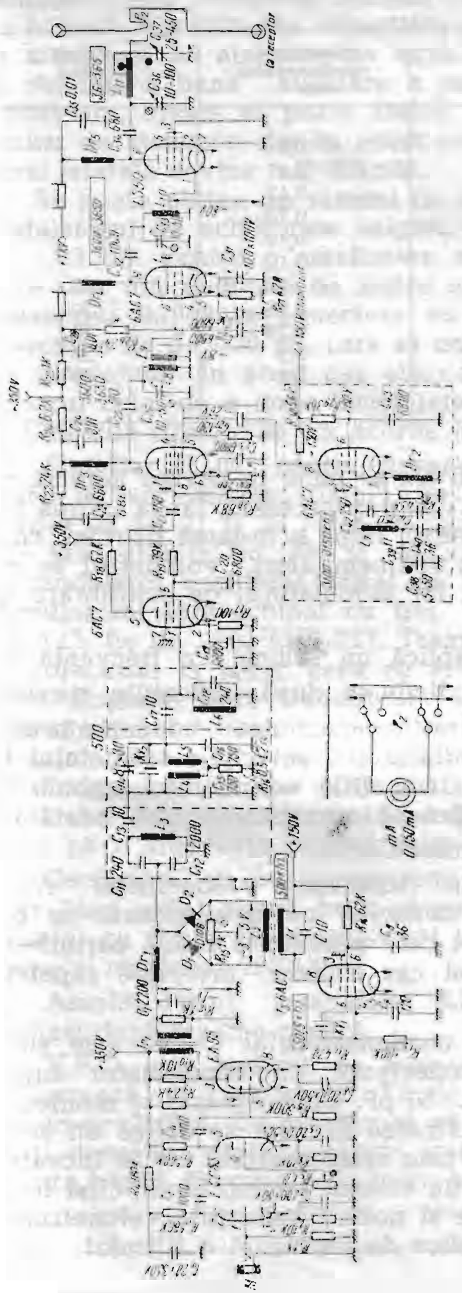


FIG. 367

recepoarele uzuale. Toate condensatoarele filtrului sînt de tip KOS, KTK, KDK. Rezistența R_{16} de 0,7 . . .1,5 ohmi este confecționată dintr-o sîrmă de manganin lungă de 70 . . . 150 mm și cu diametrul de 0,18 . . . 0,25 mm. Valoarea exactă a rezistenței se stabilește la acordare.

Abaterile admise de la valorile indicate sînt pînă la 10%.

În modulatorul de echilibrare pot fi folosite diode cu siliciu D101 . . . D108, dar, cu rezultate ceva mai slabe, se pot folosi și diode cu germaniu din seria D9, care trebuie alese după egalitatea rezistențelor directe și inverse.

Corpul filtrului poate fi confecționat din alamă sau tablă de fier. Elementele de bobinare ale bobinelor sînt date în tabelul 42.

Pentru o corectă acordare a radioemițătorului sînt necesare un generator de semnale, care să asigure posibilitatea de calculare a frecvenței cu o precizie de 100 Hz, și un milivoltmetru cu scala de 10 mV.

Înainte de asamblarea filtrului este necesar ca toate circuitele lui să fie acordate pe frecvența cristalului de cuarț KV_2. După asamblare, la intrarea filtrului se cuplează generatorul de semnale, rezistența R_{16} se

Tabelul 42

Bobina	Număr de spire	Diametrul conductorului mm	Diametrul carcasei mm
L_1	110	0,1	
L_2	30	0,1	
L_3	90	0,12	
L_4	200	0,12	
L_5	200	0,12	
L_6	90	0,12	
L_7	22	0,12	12
L_8	30	0,25	20
L_9	15	0,25	20
L_{10}	30	0,5	20
L_{11}	40	0,8	40

fixează la 1 ohm, condensatorul C_{14} se pune în poziția minimă de capacitate, cristalul de curț KV_2 se deconectează, iar la ieșirea filtrului se conectează milivoltmetrul. După acordarea filtrului, care se face după montarea lui în radioemițător, voltmetrul se co nectează la anodul tubului L_4, iar modulatorul de echilibrare se decuplează de la filtru.

La intrarea filtrului se aplică un semnal cu frecvența de 500 kHz, toate circuitele acordîndu-se după indicațiile maxime ale voltmetrului. Apoi se mărește capacitatea condensatorului C_{14}, fără a se modifica amplitudinile și frecvențele semnalului la intrarea filtrului. În acest caz, indicațiile voltmetrului trebuie să descrească pînă la zero, ca apoi să crească din nou, odată cu mărirea capacității condensatorului C_{14}.

Dacă la mărirea capacității indicațiile voltmetrului cresc brusc, înseamnă că cuplajul capacitiv nu compensează pe cel inductiv, ci îl completează, fapt care produce o totală perturbare a funcționării filtrului. În acest caz trebuie inversate capetele uneia din bobine.

În cazul cînd capacitatea condensatorului C_{14} nu este suficientă, paralel cu acesta se conectează un condensator suplimentar, cu o capacitate de 20 . . . 50 pF. După aceasta se montează cristalul de cuarț KV_2, iar la intrarea filtrului se aplică un semnal cu frecvența de 502 kHz și prin condensatorul C_{14} se încearcă să se obțină la ieșirea filtrului un semnal minim. Modificînd frecvența generatorului de semnale și notînd indicațiile voltmetrului, se ridică prin puncte caracteristica de frecvență a filtrului.

Dacă banda de trecere a filtrului, la un nivel de 6dB, devine mult mai mică de 2 kHz, este necesar să se mărească cuplajul inductiv dintre circuitele filtrului (să se micşoreze distanţa dintre bobine). Modificarea capacităţii condensatorului C_{14} realizează un maximum de atenuare pe axul frecvenţelor. Dacă nu reuşim să obţinem o bună atenuare a purtătoarei în modulatorul de echilibrare, atunci se poate stabili pe această frecvenţă un maximum de atenuare, dar în acest caz suprimarea celei de a doua benzi laterale devine mai dificilă.

Se poate obţine un semnal de calitate superioară atunci cînd modulatorul de echilibrare asigură o suprimare a purtătoarei cu 40 ... 45 dB. Pentru o ameliorare a suprimării se recomandă ca între una din bobinele de ieşire mărginaşe şi borna mediană a rezistenţei R_{15} să se conecteze un condensator de acord, cu o capacitate de 5 ... 30 pF, care să compenseze capacităţile parazite ale montajului. În acest caz atenuarea maximă se deplasează la mijlocul celei de a doua benzi laterale, îmbunătăţind suprimarea ei. Celelalte circuite se vor acorda în ordinea obişnuită.

Emiţător B.L.U. pentru benzile de 14, 21 şi 28 MHz. Este vorba de un emiţător simplu, de putere medie, funcţionînd în benzile de 14, 21 şi 28 MHz. În întregime tranzistorizat, montajul este prezentat în fig. 368 şi cuprinde generatorul de purtătoare, un modulator echilibrat urmat de un filtru cu cristale de cuarţ. Modulatorul este echipat cu trei tranzistoare *pnp* fie de tipul AC 125, fie de tipul EFT 323. Tranzistorul de intrare este montat cu colectorul la masă, ceea ce asigură o rezistenţă mare la intrare. Cuplajul între tranzistoare se face direct, ieşirea pe emiţătorul ultimului tranzistor fiind de impedanţă joasă pentru atacul modulatorului echilibrat. Modulatorul echilibrat lucrează în montajul experimentat pe 7773, 333 kHz şi este echipat cu diode 1N34 sau echivalentul românesc EFD108. Din experimentări rezultă că o frecvenţă situată între 8 şi 9 MHz este preferabilă.

Oscilatorul de purtătoare este de tip Pierce, frecvenţa 7775 kHz fiind astfel aleasă încît să se situeze pe flancul inferior al filtrului cu cuarţ, iar tranzistorul folosit, de tip 2N706 sau echivalentul românesc 2N918.

Amplificatorul semnalului B.L.U. obţinut după filtru este realizat după schema clasică.

V.F.O. este realizat, de asemenea, după o schemă obişnuită şi lucrează cu tranzistorul T7 de tip 2N706 sau echivalentul românesc 2N918. De menţionat că pentru asigurarea unei stabilităţi deosebite sînt prevăzute trei oscilatoare, cîte unul pentru fiecare bandă. Frecvenţa de lucru se alege astfel încît prin mixare

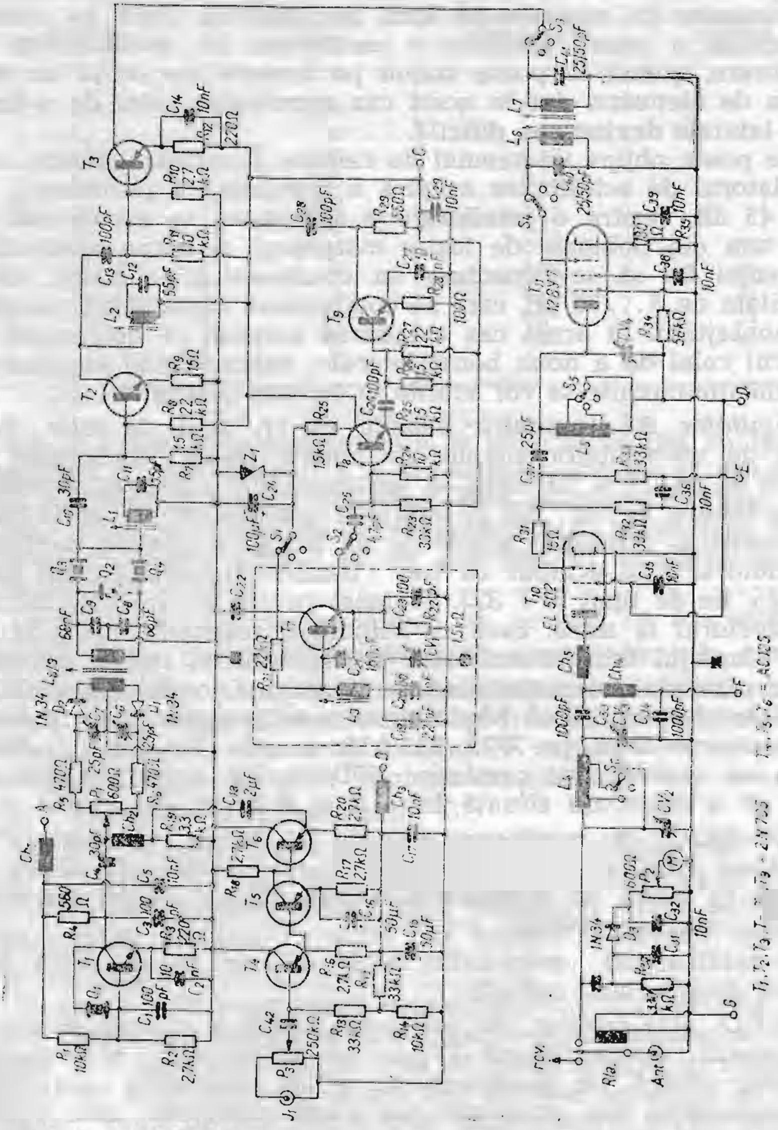

T1, T2, T3, T... = 2N705
T4, T5, T6 = AC185
T10 EL 502
T11 12GY7
FCV
Rla.
Ant
J1

FIG. 368

cu semnalul B.L.U. pe frecvenţă fixă să se obţină frecvenţele în fiecare din benzile de radioamatori de 14, 21 şi 28 MHz. Trecerea de la o bandă la alta se face prin comutarea alimentării şi a ieşirii pe oscilatorul dorit. Cele trei condensatoare variabile sînt pe un ax comun. Oscilatorul V.F.O.-ului este prevăzut şi cu un amplificator suplimentar cu tranzistoarele T8 şi T9 de acelaşi tip cu T7, care asigură amplificarea semnalului de la V.F.O. şi o separare totală a oscilatorului de influenţa etajelor următoare.

Amplificatorul liniar este de asemenea realizat după schema clasică cu tuburi electronice lucrînd cu clasa AB şi este echipat pentru etajul prefinal cu tubul 12B47 iar pentru final cu tubul EL502.

Alimentarea excitatorului se face dintr-un redresor capabil a asigura 2×13,5 V pentru alimentarea tranzistoarelor (A, B, C), 6,3 V pentru încălzirea filamentelor la cele două tuburi electronice şi 650 V pentru tensiunea anodică a finalului (F), 300 V pentru tensiunea anodică a tubului prefinal (D) şi —80 V tensiunea negativă pentru polarizarea grilei de comandă a tubului final (E).

Comutarea de pe o bandă pe alta se face cu un comutator cu 6 galeţi K 3 poziţii (S1—S6), iar comutatorul de antenă Rb se alimentează cu +6 V obţinuţi prin redresarea cu o diodă cu siliciu pornind de la tensiunea alternativă de alimentare a filamentelor 6,3 V.

De menţionat suplimentar, următoarele:

Frecvenţa cuarţurilor folosite Q1 = 7773, 333 KHz, Q2 = = 7773, 333 KHz + 0,2 KHz; Q3 = 7773, 333 KHz + 0,1 KHz şi Q4 = 7775 KHz. Dioda Zener Z1 se alege pentru lucrul la 9,1 V, cum este tipul 1 N 3019 B de fabricaţie românească.

Pentru un semnal B.L.U. pe frecvenţa de 7773, 333 KHz frecvenţele ce trebuie acoperite de V.F.O. sînt următoarele:

Pentru banda de 14 MHz (14100—14450 KHz) V.F.O. va lucra pe frecvenţa 6327—6677 KHz, pentru banda de 21 MHz (21150—21500 KHz) va lucra pe frecvenţele 13417—13767 KHz, iar pentru banda de 28 MHz (28200—28700 KHz) va lucra pe frecvenţele 20427—20927 KHz.

În cazul unei alte frecvenţe a semnalului B.L.U. se recalculează corespunzător şi frecvenţele de lucru ale V.F.O.-ului. Locurile Ch_1, Ch_2 şi Ch_3 se realizează din bobinaje în fagure din transformatoare de frecvenţă intermediară pe 455 KHz, fără miez, avînd ca suport rezistenţe chimice de valoare mare, 1—2 Mohmi.

Transformatorul de radiofrecvenţă L8, L9, se acordează pe frecvenţa 7774 KHz, iar transformatoarele L6, L7 se acordează pe frecvenţele de mijloc ale benzilor respective 14250, 21300, 28450 KHz.

Condensatoarele fixe în paralel cu variabilul V.F.O.-ului sînt C19 ceramic, iar C20 cu mică, ambele cu coeficient de temperatură negativ.

Circuitele etajului fiind și ale etajului prefinal, se calculează ca și la alte emițătoare.

Emițător B.L.U. pe 4 benzi (3,5 ; 7 ; 14 și 21 MHz).

Emițătorul se compune din 4 părți și anume :

— Generatorul B.L.U. pe 9 MHz
— V.F.O.-ul pe 5—5,5 MHz
— Mixerul
— Amplificatorul de putere

Primele trei sînt complet tranzistorizate iar cea de a patra folosește trei tuburi electronice. Alimentarea dintr-un redresor capabil să asigure 13,5 V la 50 mA pentru alimentarea primelor trei părți ; 300 V la 100 mA pentru tuburile preamplificatoare. 600 V la 200 mA pentru tubul final și —80 V la 20 mA pentru polarizarea grilei de comandă a tubului final. Aceasta din urmă este reglată la valoarea dorită (—50 la —60 V) cu ajutorul unui potențiometru.

Generatorul semnalului B.L.U. pe 9 MHz. Are o schemă obișnuită și folosește un filtru pe 9 MHz de tipul XF9B sau un alt tip similar, împreună cu cele 2 cristale de cuarț pentru banda laterală superioară și cea inferioară. Amplificatorul de microfon, generatorul de purtătoare, modulatorul echilibrat, filtrul și amplificatorul B.L.U. pe 9 MHz sînt prezentate în fig. 369 și se pot monta pe o placă de circuit imprimat prezentată în mărime naturală în fig. 370.

Pe placa de circuit imprimat 1 și 2 sînt găurile pentru ajustabilii de 60 pF, 3 pentru potențiometrul de 150 ohmi, 4 pentru bobinajul de 9 MHz, 5 pentru ajustabilul de 30 pF, iar pentru tranzistoare — B pentru baze ; E pentru emitere și C pentru colectoare.

Vom urmări atent să nu deteriorăm circuitul imprimat prin încălzirea îndelungată a sudurilor. După montare, ansamblul trebuie să funcționeze încă de la început. Funcționarea amplificatorului de audiofrecvență poate fi verificată simplu cu ajutorul unei căști, iar semnalul B.L.U. pe 9 MHz cu ajutorul unui receptor în această frecvență. Bobinajele de la ieșirea modulatorului echilibrat se realizează pe un mandrin cu diametrul de 8 mm, cu spire adiacente L_2, fiind bobinat deasupra lui L_1 la centrul acestuia și avînd un număr de 3 spire. Stabilirea numărului de spire la L_1 se face cu ajutorul unui grid-dipmetru pentru rezonanță în 9 MHz.

Modulatorul echilibrat este echipat cu 4 diode de tip 1N34 sau EFD 108 alese cu grijă, avînd caracteristici asemănătoare.

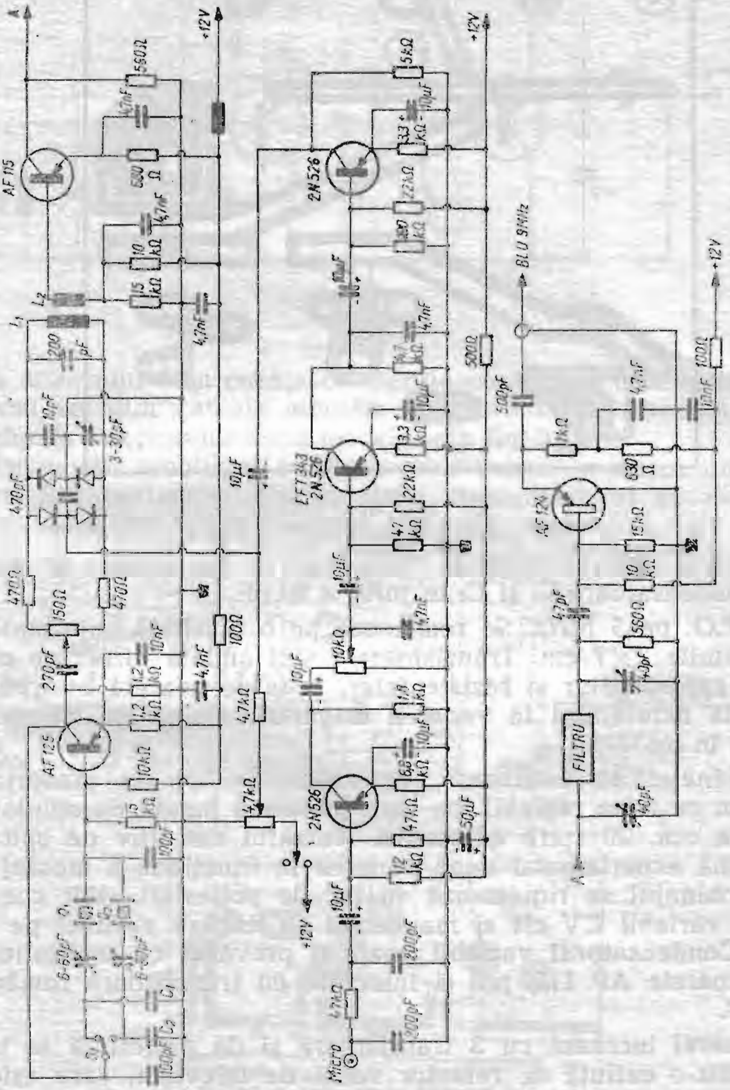


FIG. 369

Pentru alegerea condensatorului de bandă laterală superioară sau inferioară S_1 trebuie să avem grijă ca el să nu prezinte o ca-

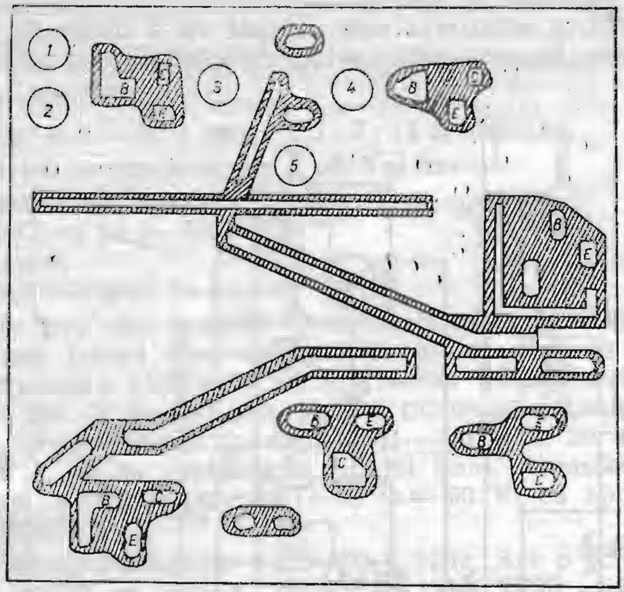


FIG. 370

pacitate reziduală importantă. Ca măsură de precauţie s-au montat două condensatoare C_1 şi C_2 în jurul a 80 pF.

V.F.O. pe 5 MHz. Se realizează pe o plachetă imprimată cu dimensiunile 7×7 cm. Tranzistoarele sînt sudate direct pe conexiunile capacităţilor şi rezistenţelor, ceea ce conferă o rigiditate deosebită montajului în vederea asigurării stabilităţii frecvenţei. Schema în fig. 371.

Bobinajul se realizează, de asemenea, pe un mandrin de ∅ 8 mm cu miez reglabil, pe care punem o bandă de celuloid şi deasupra cca. 20 spire adiacente. Numărul definitiv de spire se determină experimental după punerea în funcţiune a montajului. Apoi bobinajul se rigidizează cu lac de poliesteri. Atît condensatorul variabil CV cît şi mandrinul se fixează vertical pe plachetă. Condensatorul variabil poate fi prevăzut cu multiplicator. Tranzistoarele AF 115, pot fi înlocuite cu tranzistoare româneşti EFT 317.

Mixerul lucrează cu 3 tranzistoare şi de preferinţă se montează într-o cutiuţă de rotactor vechi de televizor, care asigură conexiuni scurte şi schimbarea bobinajelor cu stabilitate mecanică deosebită. Schema de principiu în fig. 372. Înainte de mon-

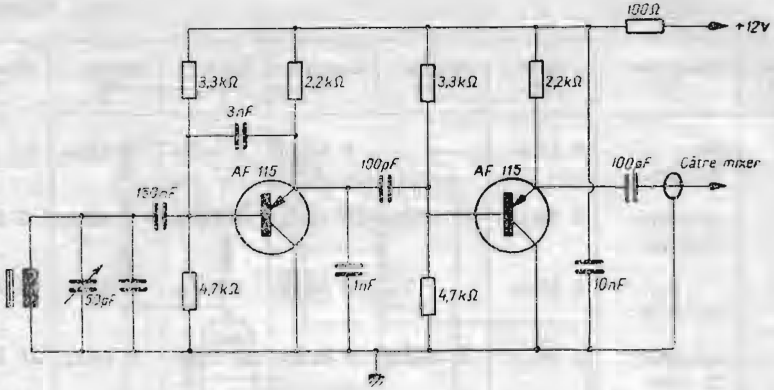


FIG. 371

tarea mixerului vom curăța cu atenție contactele rotactorului, iar în locul vechilor cablaje montăm un mic circuit imprimat de dimensiunile interiorului după modelul din fig. 373.

Pe galeții mobili ai comutatorului rotativ montăm bobinajul pentru fiecare bandă, condensatorii corespunzători și, eventual, cristale de cuarț Q3 după tabelul de funcțiuni nr. 43.

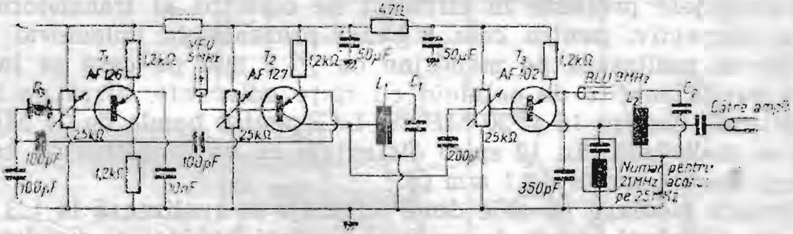


FIG. 372

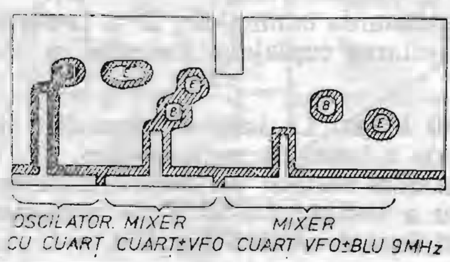


FIG. 373

Tabelul 4[illegible]

Banda MHz	Tranzistor T1	Bază T2	Emitor T2	Colector T2	Bază T3	Emitor T3	Colector T3
3,5	Nu lucrează	5 MHz	—	5 MHz	5 MHz	9 MHz	3,5 MHz
7	oscilator 11 MHz	5 MHz	11 MHz	16 MHz	16 MHz	9 MHz	7 MHz
14	Nu lucrează	5 MHz	—	5 MHz	5 MHz	9 MHz	14 MHz
21	oscilator 25 MHz	5 MHz	25 MHz	30 MHz	30 MHz	9 MHz	21 MHz

Reglajul polarității bazelor la tranzistoare și respectiv, al regimului de lucru se face cu rezistențele variabile de 25 Kohmi avînd cursoarele conectate la baza fiecărui tranzistor. Deoarece pentru banda de 21 MHz apare în colectorul lui T3 și frecvența de 25 MHz, este prevăzut un circuit serie de rejecție acordat pe această frecvență.

Circuitele acordate LC_1 și LC_2 sînt acordate pe fiecare bandă, pe frecvențele prezente în circuitul de colector al tranzistorului T2 și, respectiv, pentru cele 4 benzi prezente în colectorul lui T3. Ele se realizează pe mandrine cu ∅ 8 mm pe care se înfășoară banda subțire de celuloid cu spire adiacente, afară de bobinajele $4C_1$ pentru 16 și 30 MHz și L_2C_2 pentru banda de 21 MHz, care se realizează din 10 spire distanțate cu un diametru de conductor, din conductor de 1 mm ∅.

Prizele mediane pe cele două bobinaje se realizează la 1/3 de la masă. Numărul precis de spire al fiecărui bobinaj se va determina cu ajutorul grid-dipmetrului.

Vom urmări montarea bobinajelor L_1 și L_2 perpendiculare unele pe altele pentru evitarea cuplajelor parazite ce pot duce la oscilații parazite.

Amplificatorul liniar. La ieșirea mixerului vom găsi semnal B.L.U. pe toate cele 4 benzi de radioamatori, dar la un nivel destul de redus. Este deci necesar un preamplificator cu două tuburi electronice pentru a obține cca 50 V de radiofrecvență necesare executării etajului final de putere. Fig. 374.

Pentru a evita pierderile datorate unor conexiuni mai lungi și a obține un coeficient de calitate cît mai bun pentru fiecare

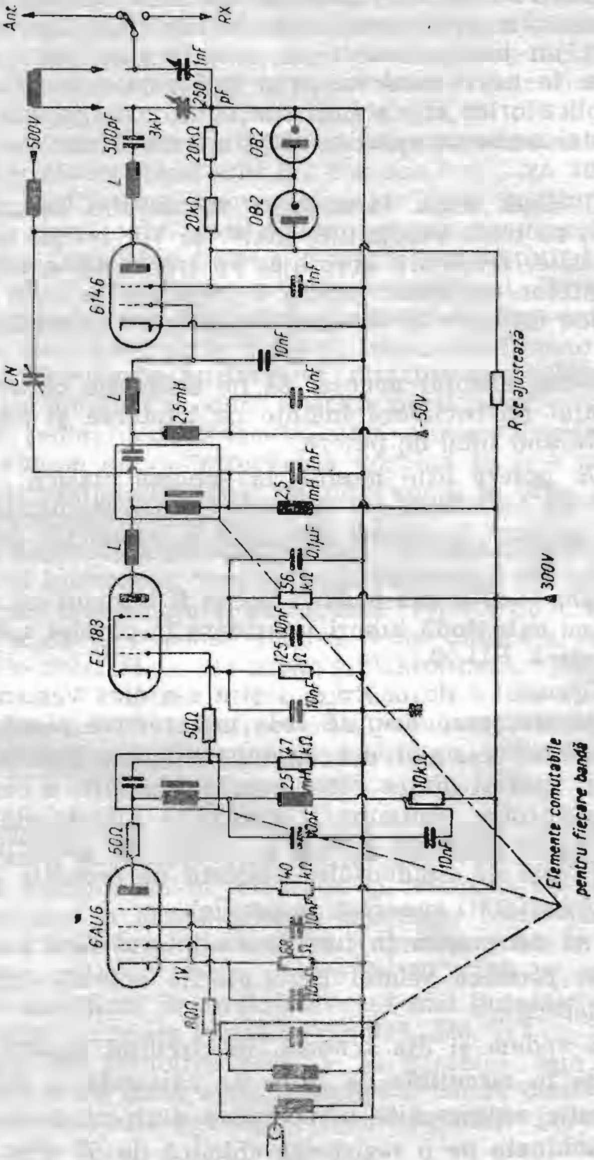

Ant.
RX
500V
500pF
3kV
1nF
250 pF
20kΩ
20kΩ
OB2
OB2
6146
CN
L
2,5mH
10nF
1nF
-50V
R se ajustează
EL 183
0,1µF
56 kΩ
125 Ω
47 kΩ
50Ω
300V
6AU6
1V
40 kΩ
10kΩ
Elemente comutabile pentru fiecare bandă

FIG. 374

bobinaj, putem monta și circuitele etajelor preamplificatoare tot pe un rotactor de televizor, care va trebui prevăzut cu blindaje metalice între compartimente. Cum însă sînt necesare trei compartimente pentru cele trei grupe de circuite acordate, va fi necesar să procurăm două rotactoare de televizor. De la unul din ele vom lua un compartiment pe care îl vom adăuga celuilalt rotactor care în acest mod va avea trei compartimente. Desigur că se pot aplica orice alte soluții sau chiar construirea unui șasiu metalic cu mai multe compartimente și cu comutator cu mai multe secțiuni pe un ax.

În cazul cînd, după terminarea montajului, la punerea lui sub tensiune, cu toate precauțiile luate, se vor ivi pe unele benzi oscilații părăsite, respectiv acroșaje, va trebui să analizăm acordurile circuitelor oscilante pentru a le modifica prin scoaterea sau adăugarea de spire la bobinaje în vederea eliminării autooscilațiilor.

Oricum, este absolut necesar să ne asigurăm că etajele preamplificatorului nu oscilează înainte de cuplarea și punerea sub tensiune a etajului final de putere.

Etajul de putere este montat în schemă clasică. Tensiunea grilei ecran este stabilizată cu ajutorul a două stabilizatoare care împreună să asigure la capete 200—210 V, respectiv de tip OB2, C3C sau STV 105.

Tubul final 6146 B sau 6146 A poate fi înlocuit cu succes cu tubul 829 B, cu cele două tuburi interioare în paralel sau cu echivalența sovietică ГУ-29.

Pentru circuitul π de acord și ieșire s-a ales varianta cu bobine schimbătoare, care asigură cele mai reduse pierderi.

Condensatorul variabil din anodul finalului trebuie să aibă izolamentul și spațiul dintre plăci prevăzut pentru a rezista pînă la 1000 V (respectiv minimum 1 mm între plăcile statorului și rotorului). Condensatorul variabil de ieșire cu capacitatea maximă 1000 pF este un condensator obișnuit de recepție 2×500 pF cu cei doi condensatori conectați în paralel.

Atenție, să nu punem în funcție emițătorul fără sarcină, deoarece se vor produce scîntei între plăcile acestui condensator, care se vor deforma.

Așa cum vedem și din schemă, în circuitul anodic al tubului prefinal și în circuitele de grilă de comandă și anodic sînt montate circuite antiparazite L, compuse dintr-un bobinaj din 5 sau 6 spire bobinate pe o rezistență chimică de 50 ohmi.

Punerea la punct. Preamplificatorul odată terminat, vom plasa un voltmetru de radiofrecvenţă între grila de comandă a tubului final şi masă.

Punînd sub tensiune tot emiţătorul, afară de alimentarea grilei-ecran şi anodului tubului final, voltmetrul va arăta o tensiune oarecare de radiofrecvenţă care se datoreşte dezechilibrării modulatorului echilibrat. Vom acţiona asupra potenţiometrului de 150 ohmi şi asupra trimerului ajustabil de 30 pF din modulator pînă vom găsi un minimum egal cu zero, potenţiometrul de reinjectare a purtătoarei fiind scos din folosire.

Pentru modificarea frecvenţei celor două cuarţuri ale generatorului de purtătoare, vom acţiona asupra condensatoarelor trimer înseriate, ascultînd într-un receptor sau obţinînd o atenuare de cca 20 dB în raport cu semnalul recepţionat, iar cu potenţiometrul de reinjectare de 5 Kohmi introdus, frecvenţa cuarţului trecînd la maximum către centrul benzii de trecere a filtrului.

Pentru suprimarea purtătoarei, punctul de reglaj este foarte critic şi orice dereglaj produce apariţia purtătoarei.

Aceste reglaje odată făcute, vom alinia circuitele acordate pentru maximum de radiofrecvenţă vorbind în faţa microfonului. Normal vom obţine cca 50 V radiofrecvenţă în grila de comandă a tubului de 6146.

Pentru neutrodinarea etajului final, cu alimentarea grilei ecran şi a anodului întrerupte, vom conecta voltmetrul de radiofrecvenţă pe prima spiră a bobinajului din anodul etajului final, reglînd voltmetrul pe scală la tensiune redusă. Vom alimenta toate etajele, inclusiv cele două etaje ale preamplificatorului cu tuburi, cu sarcina de 50 sau 75 ohmi. Dacă acordînd finalul va apare pe voltmetru o tensiune de radiofrecvenţă, vom acţiona asupra trimerului de neutrodinare CN pînă cînd obţinem indicaţia minimă pe voltmetru.

Radioemiţător cu bandă laterală unică, cu filtru de radiofrecvenţă cu cuarţ. Excitatorul radioemiţător universal descris aici este destinat să funcţioneze în telegrafie şi telefonie cu modulaţie de amplitudine sau cu bandă laterală unică, pe toate gamele de radioamatori. Construcţia conţine 14 tuburi şi poate fi folosită ca radioemiţător autonom, cu o putere de 40 . . . 50 W, sau ca excitator la un etaj final de radiofrecvenţă mai puternic. Schema radioemiţătorului se poate vedea în fig. 375, 376, 377.

Semnalul de audiofrecvenţă de la microfon este transmis la un amplificator cu două etaje, folosind o triodă dublă ECC81 sau 6N1P. În schemă este prevăzut şi un dispozitiv pentru comandă vocală.

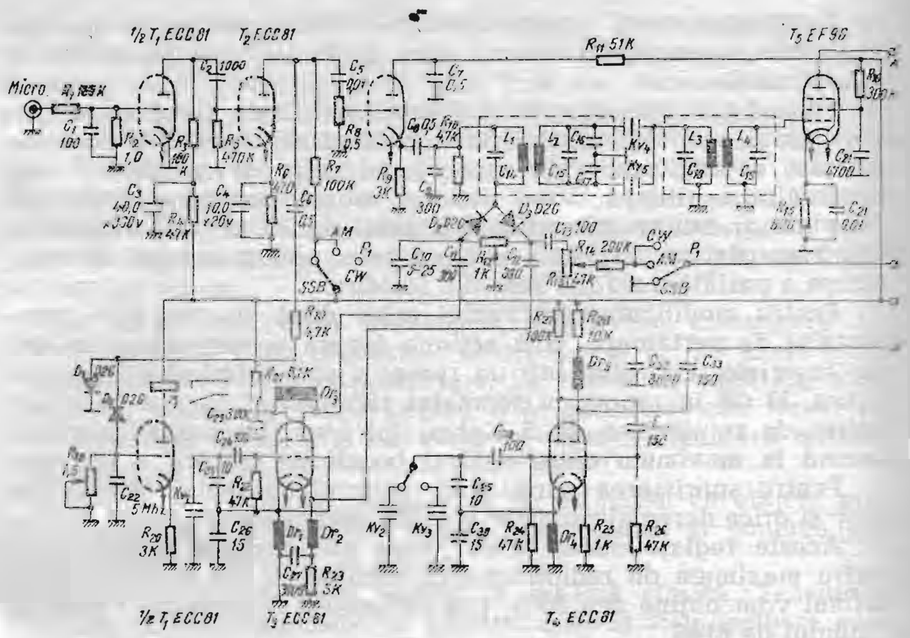


FIG. 375

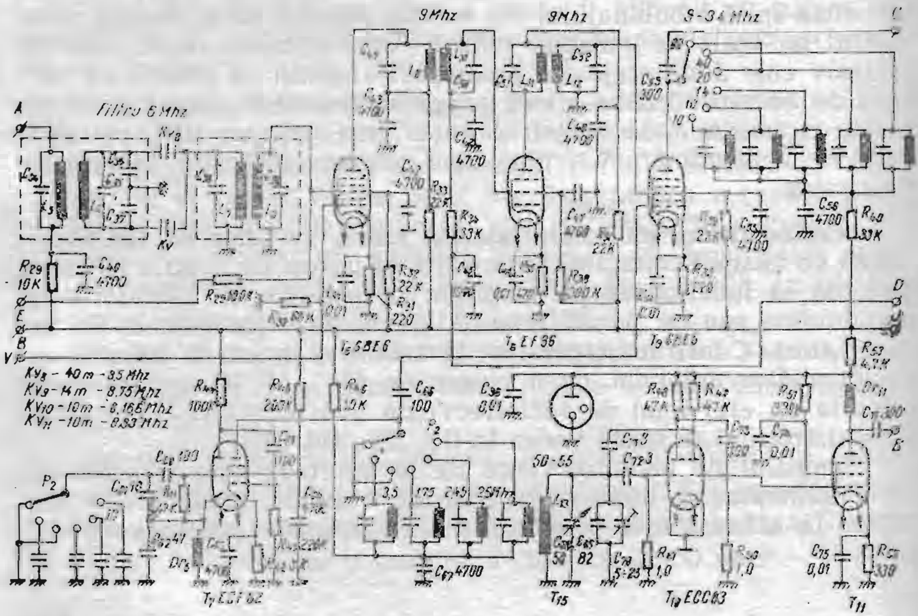


FIG. 376

De la amplificatorul de audiofrecvenţă semnalele se aplică la un repetor catodic, care funcţionează pe o triodă a tubului T_2, de tip ECC81 sau 6N1P. Repetorul catodic este necesar pentru conectarea mai departe la un modulator de echilibrare cu impedanţă mică de intrare, echipat cu două diode semiconductoare tip D2G, D2E sau altele asemănătoare. Echilibrarea se face prin potenţiometrul R_{12}. Tensiunea de RF (5 MHz) este generată de

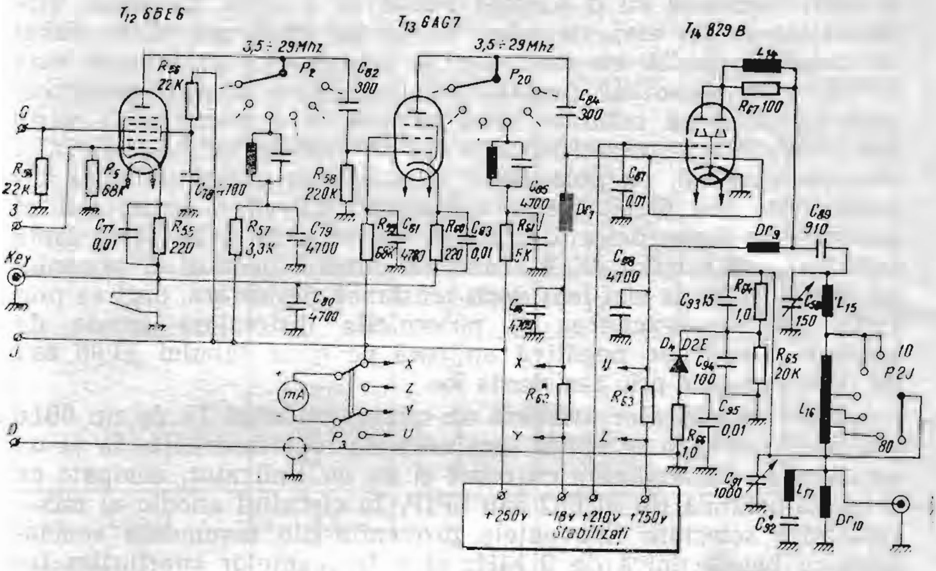


FIG. 377

trioda stîngă din schemă, T_3, de tip ECC81 sau 6N1P. Trioda din dreapta, în al cărei circuit anodic şi catodic sînt conectate nişte bobine de şoc, serveşte pentru obţinerea unei tensiuni în contrafază, cu frecvenţa de 5 MHz, necesară modulatorului de echilibrare.

Comutatorul P_1 serveşte la alegerea regimului de lucru. Reglarea nivelului purtătoarei redresate se obţine prin potenţiometrul R_{13}.

De la modulatorul de echilibrare, semnalul cu două benzi cu frecvenţa de 5 MHz se transmite, prin filtrul L_1C_{14}, L_2C_{15}, la prima secţiune a filtrului cu cuarţ, iar după acesta la un amplificator, prevăzut cu tubul T_5, de tip 6J3P. Diferenţa frecvenţelor cristalelor de cuarţ în filtru este de 2,5 kHz. După amplificator este co-

nectată a doua secțiune a filtrului cu cuarț, după care semnalul cu o singură bandă de frecvență de 5 MHz se transmite la un mixer, cu tubul T_6, de tip 6BE6 sau 6A2P. Tot la acest tub se aplică o tensiune de R.F. de la oscilatorul de heterodinare. Cristalele cu cuarț au frecvențe de 4 și 14 MHz. Prin comutarea cuarțurilor se obține selectarea benzii laterale dorite.

Circuitul anodic al mixerului este acordat pe o frecvență de 9 MHz. Semnalul cu o singură bandă cu această frecvență este amplificat de un etaj, cu tubul T_8, de tip EF96 sau 6K1P. Tubul cu pantă variabilă nu este ales la întîmplare: în schemă este prevăzut un dispozitiv pentru preîntîmpinarea unei suprasarcini, care funcționează conform celor expuse în continuare. O parte din tensiunea de radiofrecvență de la ieșirea radioemițătorului este redresată și, cu polaritatea negativă, se aplică pe grila tubului EF96 sau 6K1P. După obținerea unui nivel acceptabil al tensiunii de ieșire datorită creșterii tensiunii de polarizare, panta caracteristicii tubului 6K1P scade, iar nivelul general al semnalului, crește cu mult mai lent decît tensiunea de intrare, deci se preîntîmpină supraexcitarea și puternicile distorsiuni legate de aceasta. Tensiunea negativă aplicată pe grila tubului EF96 sau 6K1P se reglează prin rezistența R_{66}.

După amplificator urmează un mixer, cu tubul T_9, de tip 6BE6 sau 6A2P, pe care se aplică tensiunea de radiofrecvență, de la un oscilator de heterodinare cu cuarț și un multiplicator, echipate cu o triodă-pentodă tip ECF82 sau 6F1P. În circuitul anodic al mixerului sînt selectate frecvențele provenite din însumarea semnalului cu bandă unică de 9 MHz și a frecvențelor cuarțurilor indicate în schemă.

Pentru a obține un semnal cu bandă unică în limitele gamelor de radioamatori și a face posibilă o reacordare pe gamă, în schemă mai există un mixer, cu tubul T_2, de tip 6A2P. Oscilatorul de heterodinare a frecvenței variabile, echipat cu tubul T_{10}, de tip 6N2P permite o modificare a frecvenței între 5,0 MHz și 5,5 MHz. În schemă este prevăzut un etaj separator, cu pentoda T_{11}, de tip 6AG7 sau 6J5P, pentru o mai bună izolare a generatorului față de mixer.

Semnalul obținut în limitele benzilor de radioamatori este amplificat de un amplificator liniar cu două etaje, care funcționează cu tuburile 6AG7 sau 6J5P și 829-B sau ГU-29.

Circuitul de ieșire este montat după o schemă în π. Circuitul L_{17}, C_{92} servește pentru a preveni radiații în canalele televiziunii.

Comutatorul P_3 permite să se conecteze un miliampermetru în circuitul anodului sau pe grila de comandă a amplificatorului final de radiofrecvenţă. Tensiunile de ecran şi de negativare ale tubului GU-29 trebuie să fie stabilizate. Toate bobinele de şoc au inductanţa de 2...3 mH. Caracteristicile bobinelor sînt date în tabelul 44.

Tabelul 44

Bobina	Frecvenţa MHz	Număr de spire	Diametrul conductorului mm	Diametrul carcasei mm	Lungimea bobinajului mm
Lvmh	3,5 17,5 24,5 25,0	36 8 6 6	0,8 1,0 1,0 1,0	30 20 16 16	50 30 20 20
L_{13}	5—5,5	40	1,0	25	65
Lcm-1	9 12,5 19,5 26,5 34	14 12 8 6 4	0,8 1,0 1,0 1,0 1,0	16 16 16 16 16	30 25 22 18 12
Lcm-2	3,5 7 14 21 28	32 18 10 7 5	0,8 1,0 1,0 1,2 1,2	25 20 16 16 16	50 30 30 22 16
L_{15}	28	4	2,0	25	20

Bobinele $L_1 \ldots L_{12}$ se pot confecţiona din transformatoare de televizor, pe frecvenţă intermediară a canalului audio.

Bobina L_{16} a etajului poate fi executată atît cu prize, cît şi cu glisieră (culisor). Impedanţa totală a bobinei este de 12 mH. Prizele se stabilesc conform indicatorului de heterodinare a rezonanţei. Bobina L_{14} este realizată pe rezistenţa R_{67}, constînd din 10 spire de 1 mm diametru. Bobinele L_1—L_{12} se refac din transformatorul de televiziune de frecvenţă intermediară, calculate pe o frecvenţă de 8,4 MHz.

Radioemițător B.L.U. pentru 5 benzi, cu filtru electromecanic. În acest montaj, pentru a se obține un semnal cu bandă unică, se folosește un filtru electromecanic, pe frecvența de 500 kHz, cu o bandă de trecere de 3 kHz. Radioemițătorul permite să se lucreze de asemenea în telegrafie și telefonie, cu modulație de amplitudine. Puterea în regim telegrafic este de 200 W, în regim de modulație de amplitudine 50 W, iar în regim B.L.U., 400 W (putere de vîrf).

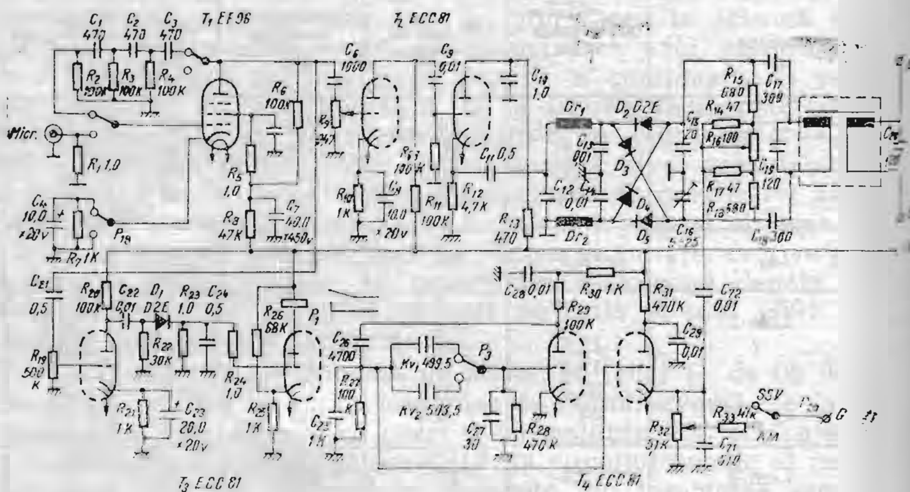


FIG. 378

Schema este prezentată în fig. 378, 379, 380. Semnalul de audiofrecvență de la microfon este amplificat de un amplificator cu două etaje care funcționează cu tubul T_1, de tip EF96 sau 6J3P, și trioda stîngă a tubului T_2, de tip ECC81 sau 6N1P. Comutatorul „Acord-Funcționare", în poziția de mai sus, transformă primul etaj cu frecvențe foarte joase într-un generator de oscilații de audiofrecvență, ceea ce este foarte comod atunci cînd se fac diverse reglări și acordarea aparatului.

După primul etaj, semnalele rezultate se aplică la un amplificator cu sistem de „comandă vocală". Acest amplificator este echipat cu trioda stîngă a tubului T_3, de tip ECC81 sau 6N1P. În circuitul anodic al triodei din dreapta acestui tub este cuplat un releu de execuție. Semnalul de audiofrecvență se aplică unui repetor catodic și apoi la un modulator de echilibrare inelar, cu

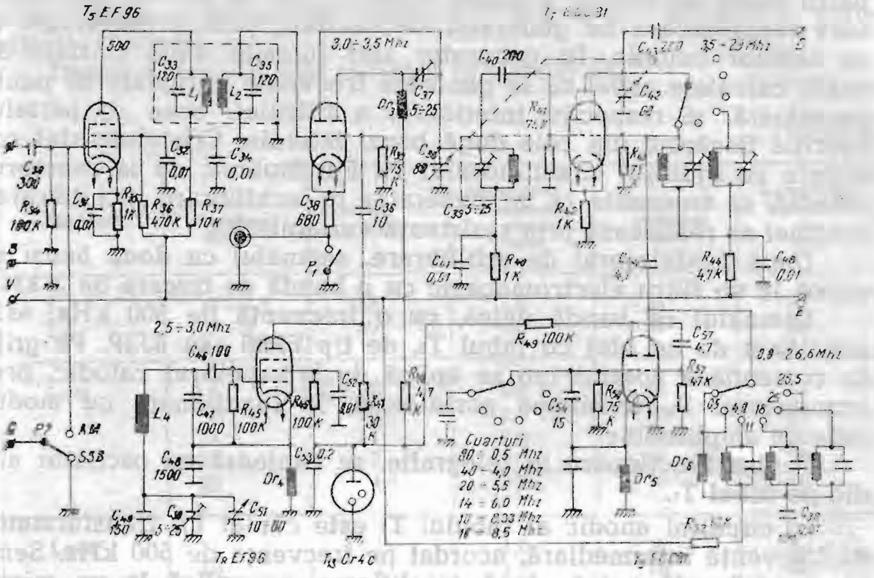


FIG. 379

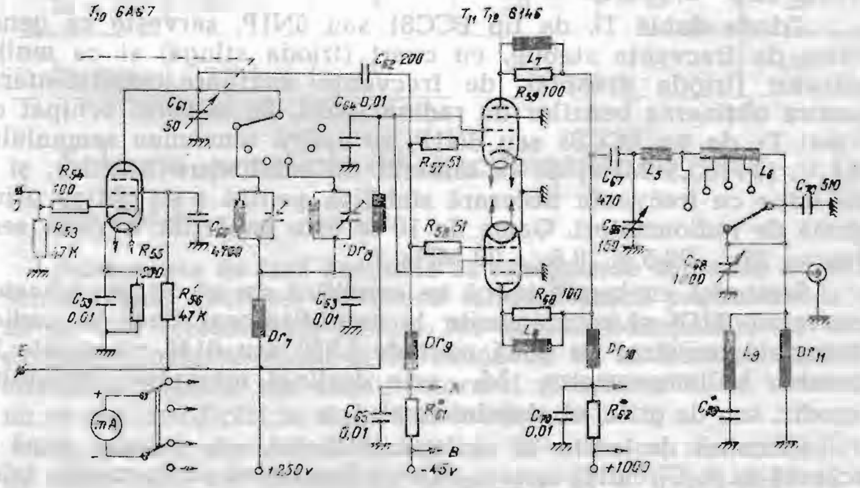


FIG. 380

patru diode tip D2E şi o triodă dublă T_4, de tip ECC81 sau 6N1P, care funcţionează ca generator de oscilaţii pentru purtătoare şi ca repetor catodic. În generator sînt folosite două cristale de cuarţ, calculate astfel ca să genereze frecvenţe apropiate de panta superioară, şi respectiv inferioară, a filtrului, ceea ce permite apariţia fiecăruia din cele două benzi laterale. Cristalele sînt comutate cu ajutorul comutatorului P_3. Purtătoarea, de la repetorul catodic, se transmite la un generator de echilibrare. Echilibrarea schemei se realizează prin rezistenţa variabilă R_{16}.

După modulatorul de echilibrare, semnalul cu două benzi se aplică la un filtru electromecanic cu o bandă de trecere de 3 kHz.

Semnalul cu bandă unică, cu o frecvenţă de 500 kHz, este amplificat de un etaj cu tubul T_5, de tip EF96 sau 6J3P. Pe grila de comandă a acestui tub se aplică de la repetorul catodic, prin comutatorul P_2, tensiunea purtătoarei, la funcţionare cu modulaţie de amplitudine.

Pentru funcţionare în telegrafie, se cuplează un oscilator audio pe tubul T_1.

În circuitul anodic al tubului T_5 este cuplat un transformator de frecvenţă intermediară, acordat pe frecvenţa de 500 kHz. Semnalul cu bandă unică, după amplificare, se aplică la un mixer de echilibrare prevăzut cu trioda dublă T_6 de tip ECC81 sau 6N1P. Tot aici se aplică şi tensiunea de la un generator cu bandă unică (2,5 . . . 4 MHz) prevăzut cu tubul T_8, de tip EF96 sau 6J3P. Circuitul anodic al mixerului de echilibrare este acordat pe frecvenţa de 3—3,5 MHz.

Trioda dublă T_9, de tip ECC81 sau 6N1P, serveşte ca generator de frecvenţe stabile, cu cuarţ (trioda stîngă) şi ca multiplicator (trioda dreaptă), de frecvenţe auxiliare (suplimentare) pentru obţinerea benzilor de radioamatori. Pe mixerul echipat cu tubul T_7, de tip ECC81 sau 6N1P, se aplică tensiunea semnalului B.L.U. (3 . . . 3,5 MHz) de la mixerul de echilibrare anterior, şi o tensiune cu frecvenţa necesară stabilită, pentru a se obţine orice gamă de radioamatori. Gama de 10 m este împărţită în două sectoare : 28 . . . 28,5 şi 28,5 . . . 29 MHz.

Semnalul cu bandă unică se amplifică de un preamplificator cu tubul 6J5P şi se transmite la amplificatorul final de radiofrecvenţă prevăzut cu două pentode LS50 sau 6146, conectate în paralel. Miliampermetru M_1 este destinat măsurării curentului anodic, sau de grilă, al etajului final.

Circuitul de ieşire al radioemiţătorului este montat după o schemă în π. Circuitul-serie L_p C_{69} se acordează pe frecvenţa telecentrului local, pentru preîntîmpinarea radiaţiei în acest canal

Bobinele de şoc $Dr_1 \ldots Dr_9$ au o inductanţă de 2...3 mH. Bobina Dr_{10} are o înfăşurare progresivă, inductanţa ei fiind de aproximativ 200 μH.

Datele bobinelor sînt indicate în tabelul 45.

Tabelul 45

Bobina	Frecvenţa MHz	Număr de spire	Diametrul conductorului mm	Diametrul carcasei mm	Lungimea bobinajului mm
L_3	3—3,5	36	1,0	25	50
L_4	2,5—3	40	1,0	25	50
Lcm	3,5	32	0,8	25	44
	7	18	1,0	20	30
	14	11	1,2	16	30
	21	7	1,2	16	22
	28	4,5	1,2	16	16
Lget	11	15	1,0	20	30
	18	9	1,2	16	25
	25	6	1,2	16	15
L_7	—	10	1,0	Pe rezistenţele R_{59} şi R_{60}	
L_8	28	4	2,0	25	25
L_6	21—3,5	20	1,6	65	100

Scheme practice de excitatoare de fază cu B.L.U.

Excitatoare de fază destinate să funcţioneze în banda de 20 m. Schema unui excitator cu bandă laterală unică pentru banda de 20 m este reprezentată în fig. 381 şi 382. Menţionăm că acest excitator poate fi folosit şi în banda de 80 m, dacă se modifică circuitele anodice ale amplificatorului şi mixerului. În acest caz nu se cer modificări în etajele anterioare.

Semnalele de audiofrecvenţă de la microfon sînt amplificate de două etaje de amplificare prevăzute cu o triodă-pentodă tip

ECF82 sau 6F1P. Pentru coborîrea nivelului frecvenţelor joase, în circuitul mixajului din partea pentodică a tubului este conectat condensatorul C_1, cu o capacitate relativ mică. În acelaşi scop, capacitatea condensatorului de trecere dintre etajele de audiofrecvenţă este şi ea nu prea mare. Frecvenţele mai înalte de 3 000 Hz sînt atenuate cu ajutorul condensatorului C_4 şi C_5. În etajul

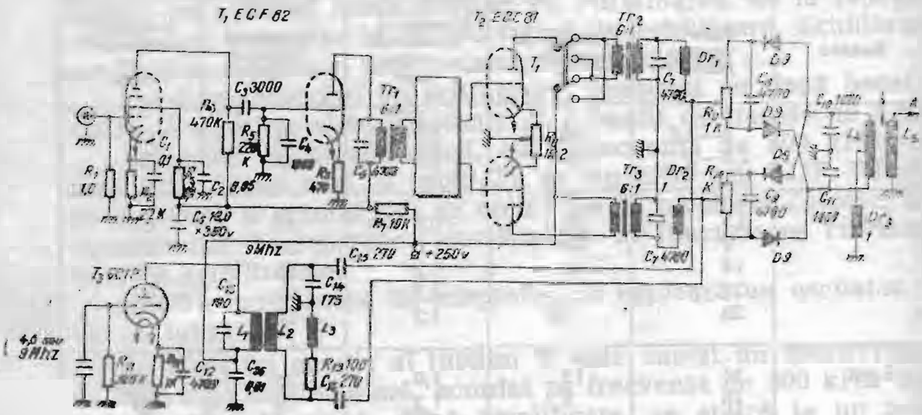


FIG. 331

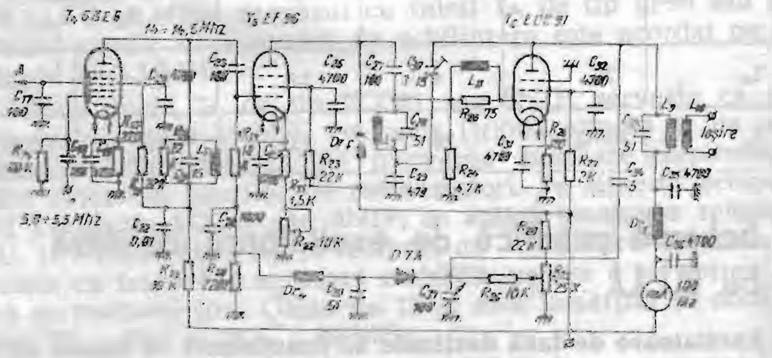


FIG. 332

al doilea este introdus un cuplaj de reacţie negativă, de curent, care serveşte la stabilizarea coeficientului de amplificare.

Tensiunea de audiofrecvenţă de la acest etaj se aplică prin transformatorul de adaptare Tr_1 pe un schimbător de fază de audiofrecvenţă cu bandă largă. Două tensiuni obţinute la ieşirea

schimbătorului de fază, aproximativ egale ca mărime și defazate cu 90°, se aplică pe un amplificator de audiofrecvență cu 2 canale, dotat cu tubul T_2. Echilibrarea precisă a tensiunilor la ieșirea ambelor canale se realizează prin rezistența R_8. Apoi tensiunile de audiofrecvență sînt aplicate prin transformatoarele de adaptare Tr_2 și Tr_3 pe un modulator de echilibrare cu diode. Tot aici se aplică un semnal de 9 MHz de la generatorul T_3, printr-un schimbător de faze de radiofrecvență. La ieșirea modulatorului de echilibrare se obține o bandă laterală fără purtătoare. Gradul de suprimare a purtătoarei este reglat prin potențiometrele R_9 și R_{10}. Selectarea benzilor laterale superioare sau inferioare se obține prin comutatorul P_1. Semnalul cu bandă unică se ia de la schimbătorul de echilibrare, prin intermediul bobinei de cuplaj L_5, și se aplică pe un mixer cu pentoda de tip 6BE6 sau 6A2P. Circuitul L_5C_{17} se acordează pe frecvența de 14 200 kHz. Rezistența R_{17} este necesară pentru lărgirea benzii de trecere a circuitului. Semnalul cu bandă unică este amplificat de un amplificator cu două etaje cu tuburi tip EF96 sau 6J5P și 6AQ5 sau 6P15P. Capacitatea de trecere a tubului 6AQ5 este neutralizată (capacitățile C_{29} . . . C_{30}). Circuitul L_8R_{25} servește pentru prevenirea unei autoexcitări a etajului. Rezistența R_{22} reglează amplificarea.

În excitator se găsește un dispozitiv care limitează semnalele de vîrf pentru a se preîntîmpina distorsiunile neliniare. Acesta funcționează astfel :

O tensiune de radiofrecvență luată de pe anodul tubului de ieșire al excitatorului, cu ajutorul unui divizor, compus din condensatoarele C_{34} și C_{37}, se aplică pe o diodă de germaniu D7A. Tensiunea redresată, cu polaritate negativă, se aplică pe grila de comandă a tubului T_5 și reduce amplificarea etajului. Filtrul compus din bobina de șoc Dr_4 și condensatorul C_{38} previne intrarea vreunei frecvențe înalte pe grila tubului T_5. Polarizarea negativă nu se aplică tot timpul pe tubul T_5, ci numai în perioada celor mai înalte vîrfuri ale modulației, deoarece pe catodul diodei este aplicată o tensiune pozitivă care îl închide. Această tensiune se ia de pe divizorul format din rezistențele R_{28} și R_{29}. Nivelul de uzură al limitatorului se reglează prin potențiometrul R_{29} și condensatorul C_{37}.

Datele privind bobinele montajului sînt prezentate în tabelul 46. Bobinajele primare ale transformatoarelor Tr_1, Tr_2 și Tr_3 se calculează pentru o impedanță de 8 . . . 10 kohmi. Puterea de ieșire a excitatorului este suficientă pentru excitarea etajului final de radiofrecvență al unui radioemițător cu o putere utilă de 200W, în regim AB sau B.

Tabelul 46

Bobina	Număr de spire	Diametrul carcasei mm	Diametrul conductorului mm	Pas bobinaj mm
L_1	12	25	0,8	1,6
L_2	4	25	0,5	1,5
L_3	8	20	0,8	2
L_4	7	12	0,8	1,2
L_5	14	12	0,5	0,5
L_6	7	20	0,8	1,0
L_7	7	20	0,8	1,0
L_8	4	Pe R_{25}	0,5	1,0
L_9	8	25	1,5	3,0

Excitator de fază, cu bandă laterală unică, pentru toate benzile de radioamatori. În excitatorul descris (fig. 383, 384, 385) semnalul cu bandă laterală unică se formează pe o frecvență de 2 250 kHz. Folosirea în acest excitator a unui modulator de echilibrare cu două triode (T_4 și T_5) a permis excluderea din schemă

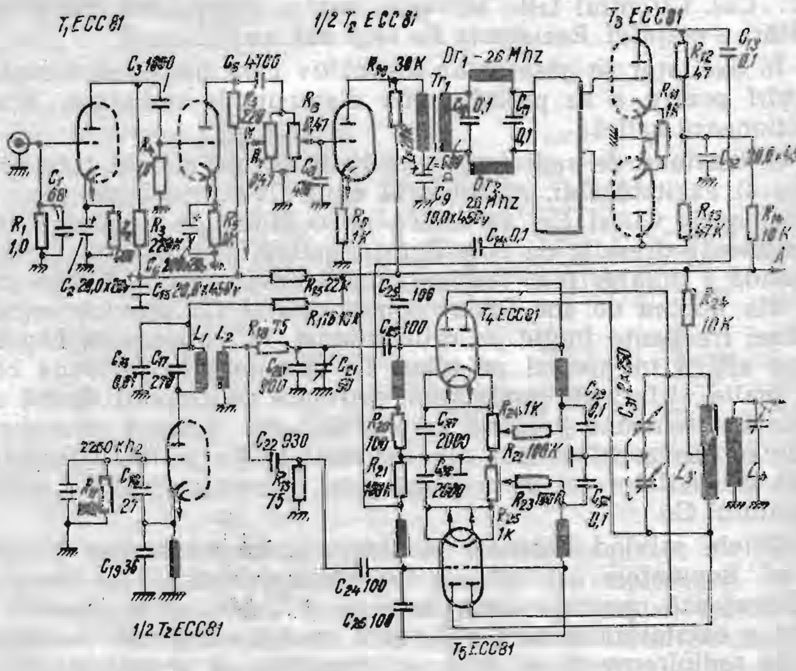


FIG. 383

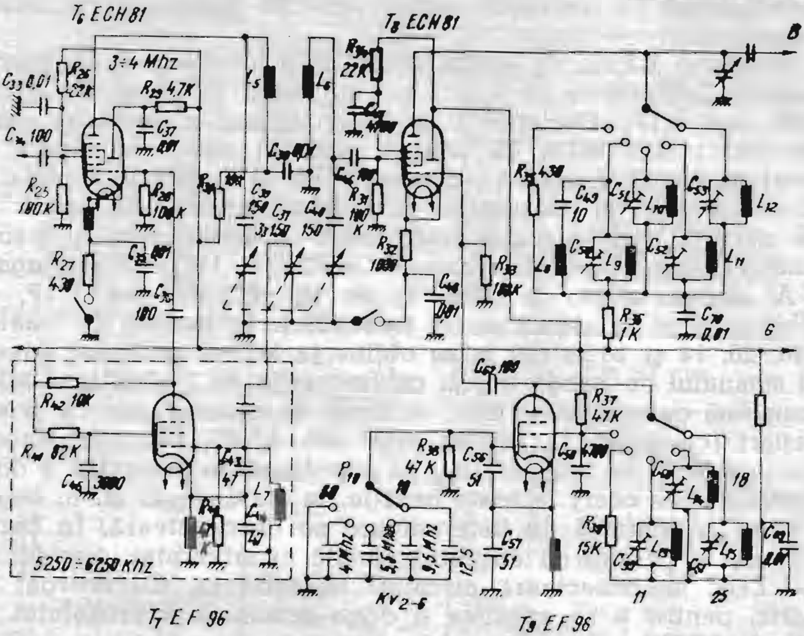


FIG. 384

a unor transformatoare, după amplificatorul de audiofrecvență cu canal dublu, montat pe tubul T_3, de tip ECC81 sau 6N1P. Reglarea modulatorului de echilibrare se face cu potențiometrele R_{24} și R_{25}.

In amplificatorul de audiofrecvență s-au luat măsuri pentru corectarea caracteristicii de frecvență, cu scopul de a se ridica puțin frecvențele înalte ale spectrului verbal (300 ... 3 000 Hz) și a se atenua oscilațiile cu frecvențe mai joase de 300 Hz. Filtrul de frecvențe joase compus din bobinele de șoc Dr_1 și Dr_2 și condensatoarele C_{10}, C_{11} suprimă frecvențele de peste 3 000 Hz. Dacă în timpul funcționării este folosit un dispozitiv de comandă vocală, tensiunea de audiofrecvență pentru aceasta se ia

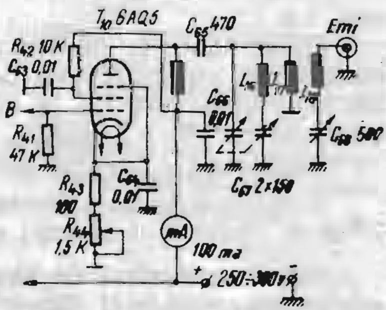


FIG. 385

de la potențiometrul R_7, care servește ca regulator al nivelului. Condensatorul C_{21} servește pentru corecția unghiului de rotație a fazei.

Semnalul B.L.U., cu o frecvență de 2 250 kHz, de la modulatorul de echilibrare se aplică pe un mixer cu tubul T_6, de tip ECH81 sau 6I1P. Oscilatorul de heterodinare acoperă o gamă între 5,25 . . . 6,25 MHz. La ieșirea primului mixer se separă un semnal cu bandă unică cu o frecvență de la 3 pînă la 4 MHz. În circuitul anodic al mixerului este cuplat filtrul de bandă cu două circuite, care se reacordează odată cu modificarea frecvenței de heterodinare. Condensatoarele C_{39}, C_{40} și C_{41} sînt conjugate.

Al doilea mixer, cu tubul T_8 de tip ECH81 sau 6I1P, dă posibilitatea să se obțină direct frecvențele în benzile de amatori de 40, 20, 14 și 10 m (80 m se obține la ieșirea primului mixer). Aici semnalul cu bandă unică, cu frecvența de 3 pînă la 4 MHz, se combină cu semnalele unui oscilator de heterodinare cu cristal de cuarț (cu tubul T_9, de tip EF96 sau 6J3P). Circuitul anodic al oscilatorului de heterodinare se acordează pe armonica a doua a cristalului de cuarț în toate benzile, în afară de 40 m. În banda de 80 m, oscilatorul de heterodinare se deconectează. În banda de 40 m, în paralel cu circuitul anodic al mixerului, acordat pe 7 050 kHz, se conectează circuitul în serie L_3, C_{49} acordat pe 8 MHz, pentru a se suprima a doua armonică a cristalului de cuarț, de 4 MHz.

După al doilea mixer, semnalul cu bandă laterală unică se aplică pe un amplificator de radiofrecvență liniar, echipat cu un tub 6AQ5 sau similar. Schema amplificatorului este obișnuită, cu excepția construcției circuitului de ieșire, care acoperă fără comutări toate benzile. Dacă apare o autoexcitare a acestui etaj, atunci trebuie folosită schema de neutrodinare, ca în construcția precedentă. Legătura între ieșirea excitatorului și circuitul de intrare a radioemițătorului se obține cu ajutorul bobinei de cuplaj L_{18}.

Toate bobinele de șoc folosite în excitator pot fi de orice construcție, cu inductanța de 2 . . . 3 mH. Bobinele de șoc Dr_1 și Dr_2 au o inductanță de 26 mH și se bobinează pe inele de ferită, cu diametrul 30 . . . 35 mm.

Datele bobinelor sînt indicate în tabelul 47.

Transformatorul Tr_1 servește la adaptarea rezistenței de 20 ohmi (bobinajul primar) și 600 ohmi (bobinajul secundar).

Excitator de fază cu bandă laterală unică, fără modulator de echilibrare. Amatorul danez OZ7T a propus o schemă a unui excitator de fază, în care frecvența purtătoare este suprimată fără

Tabelul 47

Bobina	Număr de spire	Diametrul carcasei mm	Diametrul conductorului mm	Tip de bobinaj
1	45	12	0,9	Spire adiacente
2	2	12	0,9	Spire adiacente
3	70	17	0,55	Spire adiacente
4	35	17	0,55	Spire adiacente
5	40	12	0,75	Spire adiacente
6	40	12	0,75	Spire adiacente
7	25	20	0,75	Pas 0,7 mm
8	75	12	0,55	adiacente
9	30	15	0,9	Pas 1 mm
10	20	15	1,1	Pas 1 mm
11	10	15	1,1	Pas 1 mm
12	7	15	1,1	Pas 1 mm
13	15	15	1,1	Pas 1 mm
14	13	15	1,1	Pas 1 mm
15	10	15	1,1	Pas 1 mm
16	9	25	1,4	Lungimea 28 mm
17	21	25	1,2	
18	8	30	1,4	

un modulator de echilibrare. Aici se folosește metoda de suprimare a purtătoarei descrisă la capitolul respectiv. Semnalele frecvenței purtătoare aplicate pe excitator (executat ca o anexă la un radioemițător existent) se împart pe două canale, iar apoi se unesc din nou în circuitul anodic al excitatorului. Tensiunea unui canal se decalează cu 180°, așa că la obținerea unei egalități a tensiunilor din ambele canale, tensiunea rezultantă va fi egală cu zero.

Schema acestui excitator se vede în fig. 386. Semnalele de radiofrecvență se aplică în circuitul $L_1 C_1$, iar după aceea, printr-o bobină de cuplaj cu priză mediană, pe schimbătorul de fază R_1, R_2, C_3, L_3 și pe amplificatorul purtătoarei (tubul T_3). Tensiunea

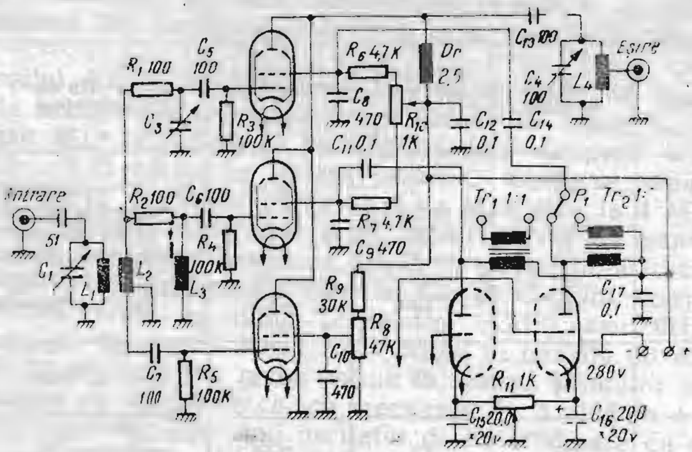


FIG. 386

pe grila acestui tub este în contrafază cu tensiunea de la intrarea schimbătorului de fază.

Pe grilele-ecran ale tuburilor modulatorului se aplică o tensiune de audiofrecvență, cu un decalaj de fază de 90°, de la amplificatorul de audiofrecvență cu dublu-canal, care este cuplat după schimbătorul de bandă largă, iar pe grilele de comandă ale acelorași tuburi, o tensiune de radiofrecvență, de la un schimbător de fază de radiofrecvență, avînd și ea un defazaj de 90°. Ca rezultat, în circuitul anodic L_4C_4 se separă tensiunea unei benzi laterale și a purtătoarei. La acest circuit este cuplat și anodul tubului T_3, care servește la compensarea purtătoarei. Nivelul de suprimare se reglează cu rezistența R_8. Toate tensiunile de alimentare trebuie să fie destul de stabile (este necesar un redresor stabilizat).

Formarea semnalului cu bandă laterală unică în această schemă poate avea loc direct pe o frecvență de lucru. Comutarea benzii laterale se face prin schimbarea fazei tensiunii de audiofrecvență a unuia din canalele schimbătorului de fază cu 180°, cu ajutorul comutatorului P.

În acest excitator sînt folosite tuburi de putere relativ mare, de aceea el poate fi cuplat direct cu etajul final al unui radioemițător cu o putere utilă de ieșire de 100 . . . 200 W.

Excitator de fază pentru benzile de 3,5 ; 14 și 21 MHz. Este vorba de un excitator relativ simplu, la care sînt prevăzute trei

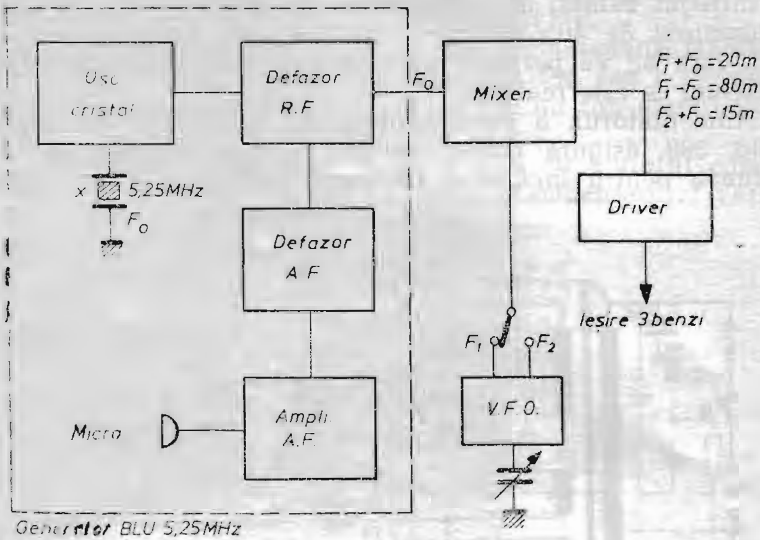


FIG. 387

benzi de lucru 3,5; 14 și 21 MHz. În fig. 387 este prezentată schema generală a excitatorului.

Pornind de la un semnal B.L.U. format pe frecvența de 5,25 MHz cu un V.F.O. care lucrează pe 2 frecvențe F_1 și F_2, putem obține prin mixaj, respectiv prin însumarea sau scăderea frecvențelor, un semnal B.L.U. în benzile de 3,5; 14 și 21 MHz. Tabelul următor arată modul în care obținem cele trei benzi din combinarea frecvenței de 5,25 MHz cu cele două frecvențe ale V.F.O.-ului respectiv, 8,75—9,25 MHz și 17,25—17,75 MHz.

Banda MHz	VFO (MHz)	Adiționare sau scădere	B.L.U. MHz
3,5	8,75 la 9,25	—	5,25
14	8,75 la 9,25	+	5,25
21	17,25—17,75	+	5,25

Întregul montaj al excitatorului se poate realiza pe un şasiu de aluminiu de 40×24 cm. Se începe prin cablarea alimentatorului, care ne va permite toate testele necesare cu fiecare etaj, pe măsură ce este realizat.

Alimentatorul, a cărui schemă de principiu este prezentată în fig. 388, asigură înalta tensiune pentru tuburile electronice, tensiunea pentru încălzirea filamentelor, precum şi o tensiune

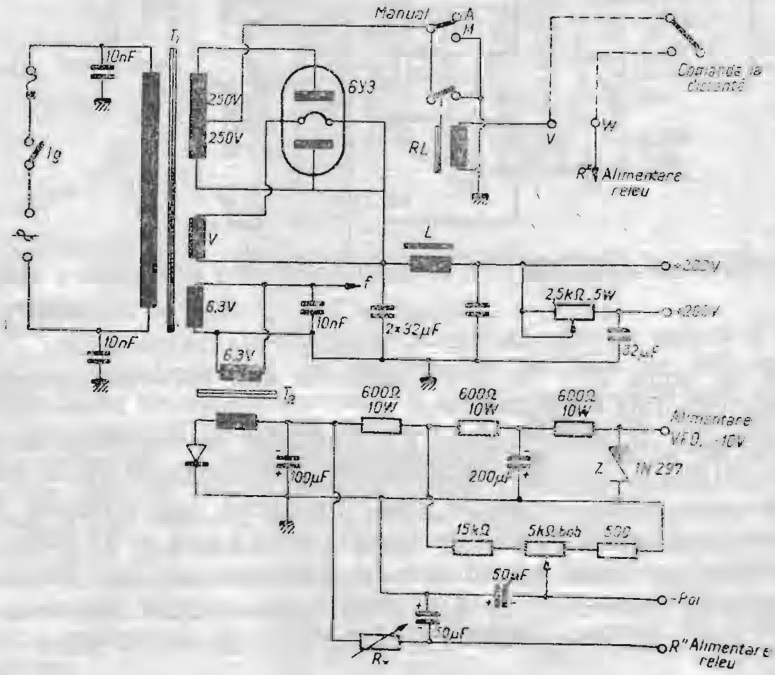


FIG. 388

continuă de 10 V pentru alimentarea tranzistoarelor din V.F.O. şi pentru alimentarea releelor din montaj.

Alimentatorul este prevăzut cu comandă la distanţă pentru un releu RL prevăzut cu alimentarea de 10—12 V.

Tensiunea de polarizare, cea de alimentare a V.F.O.-ului şi a releelor se obţin cu ajutorul unui transformator obişnuit de alimentare 6,3 V/220 V. Alimentările se vor controla în gol. Potenţiometrul de 5 Kohmi va fi reglat astfel încît să obţinem o

tensiune de —3 V la ieşirea polarizare. La ieşirea alimentare V.F.O. vom obţine o tensiune de la —10 la —11 V.

V.F.O. Montajul (fig. 389) prezintă o remarcabilă stabilitate şi este echipat cu 2 tranzistoare de tip 2 N 706 sau echivalentul românesc 2N918 prevăzut cu radiator şi cu un tub electronic de tip EBF80.

Cele două circuite acordate se schimbă cu ajutorul comutatorului K_1 bobinajele L_1 şi L_2 sînt blindate. Condensatorul variabil

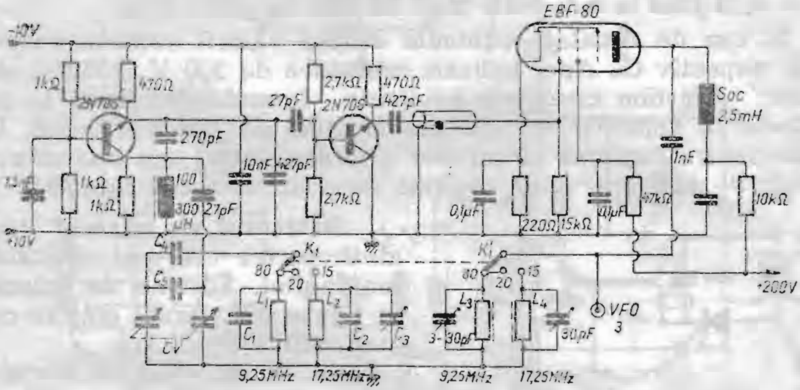


FIG. 389

CV este 2×12 sau 2×15 pF pe un ax de tipul celor folosite în receptoare pe gamele de unde ultrascurte. Se va folosi un sistem de multiplicare pe axul condensatorului. Tot pe acest ax putem suda un ac de oţel care se va mişca în faţa unui cadran gradat şi care va permite citirea directă a frecvenţei de lucru a V.F.O.-ului.

Bobinajul L_1 va avea 15 spire conductor ∅ 1 mm pe o carcasă cu diametrul 31 mm. Distanţa dintre spire este egală cu diametrul conductorului. Lungimea bobinajului : 29 mm.

Bobinajul L_2 va avea 11 3/4 spire pe o carcasă cu diametrul de 16 mm, conductor ∅ 0,5 mm. Distanţa dintre spire — egală cu diametrul conductorului. Lungimea bobinajului : 11,5 mm.

Ambele bobinaje sînt blindate.

Bobinajul L_3 va avea 35 spire alăturate, conductor ∅ 0,5 mm, pe carcasă cu diametrul de 8 mm şi miez feromagnetic reglabil, iar L_4 va avea 20 spire alăturate, acelaşi conductor şi carcasă de acelaşi diametru.

Condensatorul variabil CV va fi de tipul cu aer și capacitatea 3—30 pF, C_1 15 pF cu mică, C_2 22 pF cu mică, C_4 5,6 pF ceramic, C_5 3,3 pF ceramic.

In cazul cînd conexiunea dintre tranzistorul al doilea și tubul electronic depășește 8 cm, ea se va realiza printr-un segment corespunzător de cablu coaxial de 75 ohmi.

Control și reglaj. După verificarea cablajului, aplicăm celor două tranzistoare tensiunea de —10 V. Verificăm cu ajutorul unui receptor funcționarea oscilatorului. Benzile acoperite trebuie să fie 9,25 pînă la 8,75 MHz și 17,25 pînă la 15,75 MHz.

În caz de decalaj, acționăm asupra valorii condensatoarelor C_1 și respectiv C_2. Apoi aplicăm tensiunea de 200 V la tubul electronic. Ajustăm circuitele oscilante formate din L_3 și L_4 pînă obținem la capetele lor energia maximă de radiofrecvență. Utilizăm pentru reglarea circuitelor grid-dip-metrul sau un controlor simplu de radiofrecvență realizat după schema din fig. 390.

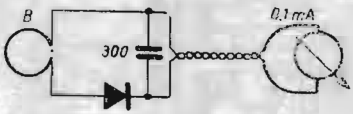


FIG. 390

Defazorul și mixerul reprezintă partea cea mai delicată a montajului. Schema de principiu în figura 391. Acest etaj se compune din :

— Un oscilator cu cristal de cuarț, frecvența 5,25 MHz, lucrînd pe una din triodele tubului electronic 12 A × 7.

— Un defazor de radiofrecvență urmat de amplificatorul cu tubul electronic EF95.

— Un mixer cu tubul electronic 6BA7.

Montajul trebuie executat în această ordine.

Cristalul de cuarț X_1 pe frecvențe 5,25 MHz.

Bobinajul 4 ce se acordă pe această frecvență are 70 spire alăturate din conductor ∅ 0,3 mm, pe suport cu diametrul 8 mm și miez feromagnetic reglabil.

L_2 va avea 2 spire alăturate din conductor ∅ 0,5 mm deasupra bobinajului 4 la capătul rece al acestuia. L_3 va avea 3 spire alăturate cu priză mediană, conductor ∅ 0,5 mm peste mijlocul bobinajului L_1. Toate bobinajele sînt blindate.

Oscilatorul cu cuarț este realizat după schema clasică. Bobinajul L_1 este identic cu toate celelalte bobinaje L_1 din schemă. Se folosesc carcase de 8 mm diametru și lungime 40 mm, cu miez feromagnetic, în blindaj, folosite la bobinajele de frecvență intermediară din receptoare sau televizoare.

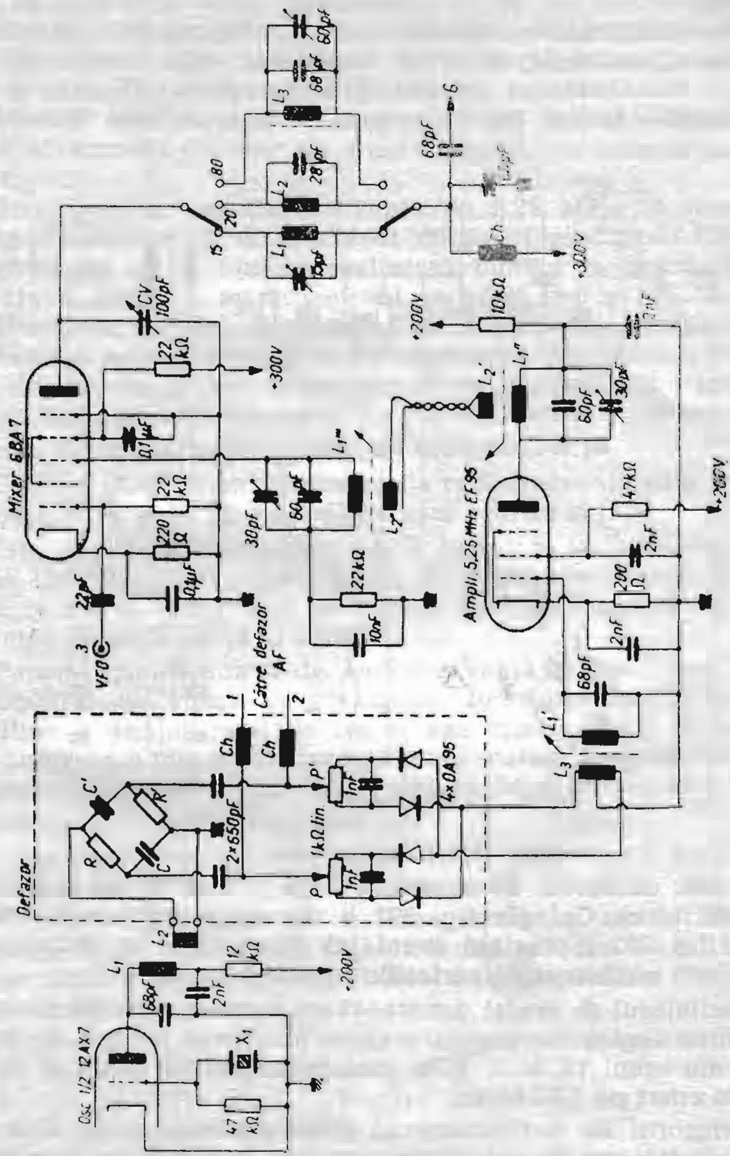

Mixer 6BA7
CV 100pF
22 kΩ
0,1µF
220 Ω
0,1µF
22pF
VFO
3
Către defazor AF
1
2
-300V
30pF
60pF
22kΩ
10nF
Ampli. 5,25 MHz EF95
47kΩ
2nF
200 Ω
68pF
+200V
10kΩ
60pF
30pF
80
20
15
28pF
68pF
60pF
Ch
+300V
6
Defazor
C'
R'
R
C
2×650pF
1kΩ lin.
1nF
4×OA95
Ch
P
P'
Osc 1/2 12AX7
68pF
2nF
12 kΩ
-200V
47 kΩ
X1

FIG. 391

Amplificatorul de audiofrecvență, defazorul de audiofrecvență și oscilatorul de reglaj sînt prezentate în schema de principiu (fig. 392).

Amplificatorul de audiofrecvență este simplu, nu necesită comentariu, avînd la intrare o impedanță mare, potrivită unui microfon cu cristal sau ceramic. Transformatorul TR este de tipul celor folosite pentru atacul unui etaj final cu două tranzistoare.

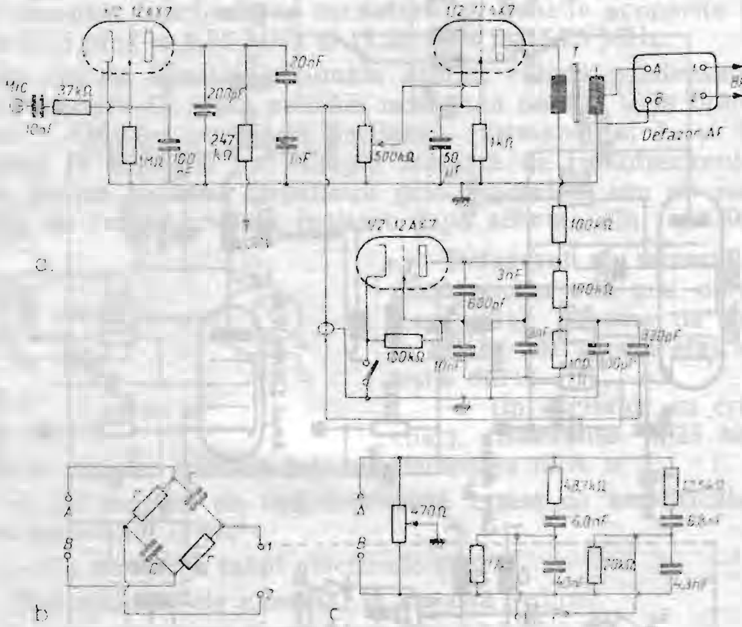


FIG. 392

Pentru defazorul de audiofrecvență putem utiliza două tipuri (fig. 392 b, c). Cel din fig. 392 b are avantajul simplității, dar cel din fig. 392 c prezintă avantajul de a păstra un defazaj riguros de 90°, indiferent de variațiile frecvențelor audio.

Oscilatorul de reglaj generează un semnal de 1 000 Hz pentru efectuarea reglajelor necesare și se montează pe cea de a doua triodă din tubul 12 A $\times$ 7, în care prima triodă lucrează ca oscilator cu cuarț pe 5,25 MHz.

Defazorul de radiofrecvență și amplificatorul pe 5,25 MHz. Modulul defazor de radiofrecvență este bine să fie blindat, dar bine reglat poate funcționa corespunzător și fără blindaj.

Nu trebuie făcut nici un rabat la calitatea pieselor componente. Condensatorii — de valori precise cu mică, iar rezistențele — cu abateri sub $\pm 1\%$. Rezistențele R, R_1 și condensatorii C, C_1 trebuie să aibă valori riguros egale și anume R, R_1 —47 ohmi iar C, C_1 = 615 pF. Capacitățile pot fi obținute și din două capacități în paralel de 235 pF și 380 pF.

Diodele sînt de tipul obișnuit EFD 108 sau OA 85. Șocurile de radiofrecvență Ch sînt de tipul obișnuit, cu impedanța 2,5 la 3 mH.

Amplificatorul pentru frecvența de 5,25 MHz se găsește la ieșirea defazorului și este echipat cu tubul electronic EF95.

Controlul și reglajul se realizează punînd în funcțiune oscilatorul cu cuarț și amplificatorul pe 5,25 MHz (F.V.O.-ul și amplificatorul de audiofrecvență fiind scoase din funcțiune).

Reglăm potențiometrul P din defazorul de radiofrecvență la unul din capete și potențiometrul P_1 la aproximativ jumătatea cursei. La ieșirea bobinajului L_2' cuplăm bucla controlorului de radiofrecvență sau un voltmetru de radiofrecvență.

Căutăm să obținem maximum de radiofrecvență prin reglajele bobinajelor L_1' și L_2''. Dacă este necesar reglăm și L_1.

Prin reglajul potențiometrului P reducem la minimum curentul de radiofrecvență, apoi reglăm P_1 pentru reducerea în continuare și astfel, din reglaj în reglaj, aducem curentul de radiofrecvență al purtătoarei la zero.

Punem amplificatorul de audiofrecvență în funcțiune cu potențiometrul de volum la maximum. În momentul punerii în funcțiune a oscilatorului de reglaj sau cînd vorbim în fața microfonului vom observa prezența unui curent de radiofrecvență la capetele bobinajului L_2'. Vom relua reglajul bobinajului L_1 pentru maximum de radiofrecvență.

Controlăm calitatea semnalului B.L.U. obținut cu un receptor acordat pe 5,25 MHz.

Mixerul. Continuăm cu cablarea mixerului montat pe tubul electronic 6BA7 sau 6K4II. Circuitul oscilant din anodul tubului este de tipul π prevăzut cu trei bobinaje comutabile L_1, L_2 și L_3, care se realizează astfel:

Pentru 21 MHz L_1 = 9 spire distanțate, diametrul bobinaj 14 mm, lungime bobinaj 14 mm.

Pentru 14 MHz L_2 = 13 spire alăturate, diametru bobinaj 14 mm, lungime bobinaj 15 mm.

Pentru 3,5 MHz L_3 = 46 spire alăturate pe carcasă de 10 mm, ∅ cu miez feromagnetic reglabil.

Reglajul. Punem în funcţiune V.F.O.-ul, oscilatorul cu cuarţ, defazorul-mixer şi oscilatorul de reglaj.

V.F.O.-ul acordat pe 9,25 MHz. Acordul mixerului în banda de 80 m (3,5 MHz). Cuplăm bucla controlorului de radiofrecvenţă la bobinajul L_3. Căutăm curentul maxim de radiofrecvenţă prin reglarea condensatorului variabil CV şi a condensatorului trimer de 60 pF.

Acordăm L_1''' prin reglajul miezului feromagnetic şi prin reglajul condensatorului trimer de 30 pF pentru maximum de radiofrecvenţă. Oprind oscilatorul de reglaj, curentul de radiofrecvenţă trebuie să dispară. În caz că mai rămîn resturi de radiofrecvenţă, înseamnă că reglajul potenţiometrelor de defazare trebuie refăcut.

Reluăm aceleaşi operaţiuni de reglaj pentru gamele de 20 m (14 MHz) şi 15 m (21 MHz), ţinînd seama de faptul că în banda de 15 m V.F.O.-ul trebuie comutat pe 17,25 MHz.

După reglaje controlăm calitatea semnalului B.L.U. obţinut într-un receptor acordat pe aceste game, ţinînd seama ca acesta să nu fie saturat, deoarece aceasta ar duce la deformarea semnalului.

Etajul preamplificator funcţionează după schema din fig. 393 şi prezintă o stabilitate deosebită în funcţionare, fiind echipat cu un tub electronic de tipul 6CL6 care asigură energie de radiofrecvenţă suficientă pentru excitarea etajului final.

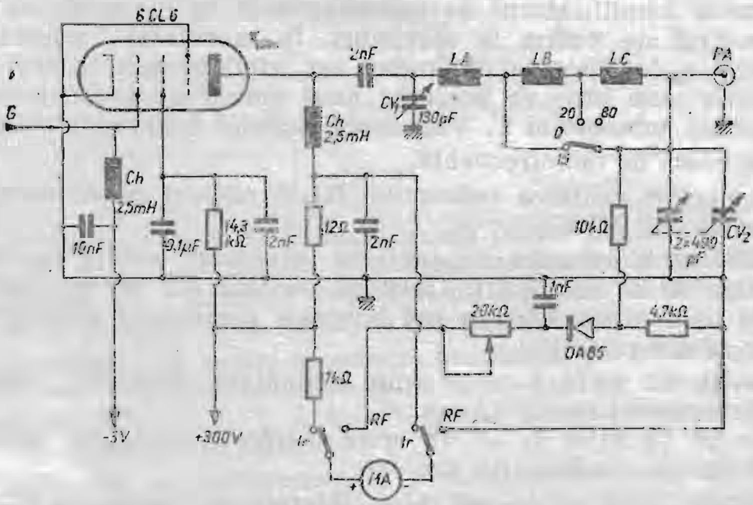


FIG. 393

Ieşirea etajului se face tot pe un circuit acordat π ale cărui bobinaje sînt realizate LA şi LB pe aceeaşi carcasă, iar L'C pe o altă carcasă, ambele cu diametrul 38 mm şi au LA=4 1/2 spire din conductor ∅ 1,2 mm, lungime bobinaj 13 mm, LB = 2 spire din conductor ∅ 1,2 mm, lungime bobinaj 11 mm, LC = 27 spire apropiate din conductor ∅ 1 mm.

Reglaje. Alimentăm tot montajul, inclusiv etajul preamplificator, şi reglăm tensiunea de polarizare a grilei de comandă a tubului electronic 6CL6 la —3 V, acţionînd asupra potenţiometrului de 10 Kohmi din alimentator.

Conectăm la ieşirea preamplificatorului în punctul PA un bec electric de 220 V şi 25 W.

Conectăm miliampermetrul de contact în poziţia RF.

Punem comutatorul pe banda de 80 m.

Punem potenţiometrul amplificatorului de audiofrecvenţă la maximum şi punem oscilatorul de reglaj.

Reglînd condensatorii CV_1 şi CV_2 din circuitul π vom obţine deviaţia maximă a miliampermetrului şi aprinderea becului. Oprind oscilatorul de reglaj, curentul de radiofrecvenţă trebuie să dispară.

Vorbind în faţa microfonului, vom obţine curentul de radiofrecvenţă corespunzător semnalului B.L.U.

Cu ajutorul oscilatorului de reglaj putem oricînd reface acordurile.

Vom repeta operaţiile indicate pe fiecare din benzi în parte.

Etajul final se poate monta după una din schemele indicate în această lucrare. Va putea fi echipat cu două tuburi 6146B în paralel, funcţionînd în clasa AB1. Tensiunea de placă cca +600 V şi tensiunea de ecran +200 V. Cu o tensiune de polarizare a grilei de comandă de —50 V vom avea un curent de repaos de cca 25 mA, iar la vîrfurile de modulaţie pînă la cca 225 mA.

În lipsa tuburilor indicate putem folosi un tub GU-29 cu ambele pentode în paralel sau două tuburi EL 509 în paralel.

Transiver pentru benzile de radioamatori. Montaj din ce în ce mai răspîndit în ultimul timp, nu este altceva decît un emiţător-receptor care oferă o serie de avantaje.

În primul rînd V.F.O.-ul fiind comun atît receptorului cît şi emiţătorului, acesta din urmă este automat acordat pe frecvenţa de recepţie. Se elimină astfel necesitatea reacordării de fiecare dată a emiţătorului pe frecvenţa de recepţie. Acordul etajelor preamplificatoare, atît în circuitele grilelor de comandă cît şi în circuitele de placă, fiind făcut în mijlocul benzii pe care dorim să lucrăm, putem interveni imediat pentru a ne semnala prezenţa.

Apoi este suficient un mic retuş al acordului etajului final şi totul este în ordine. În acest mod creşte mult operativitatea staţiei.

Desigur, apar şi unele mici inconveniente. Astfel, în cazul unor interferenţe puternice la recepţie se poate simţi nevoia modificării acordului la recepţie, fie a schimbării frecvenţei de emisie. De asemenea, uneori se preferă efectuarea de legături cu frecvenţe diferite la recepţie şi emisie. Toate acestea pot fi înlăturate prin montarea unui acord suplimentar la recepţie sau printr-un V.F.O. suplimentar care poate fi folosit fie la recepţie fie la emisie.

Pentru o şi mai bună înţelegere a modului cum se construieşte şi cum funcţionează un transiver descriem în continuare modul de realizare a unui asemenea montaj pentru cele 5 benzi decametrice de radioamatori, după schema şi montajul realizat de radioamatorul sovietic UW3DI.

Montajul lucrează în B.L.U. şi CW în gamele de unde scurte şi anume 3,5—3,8; 7,0—7,1; 14,0—14,45; 21,0—21,5; 28,0—28,5 şi 28,5—29,0 MHz.

Sensibilitatea receptorului în toate gamele este cel puţin 0,5 μV în cazul unui raport semnal/zgomot de 10dB.

Banda de trecere este de 3,0 KHz în B.L.U. şi 0,3 KHz în CW.

Controlul automat al amplificării asigură în cazul modificării semnalului de intrare de la 1 μV pînă la 50 μV, o modificare a tensiunii de ieşire cu mai puţin de 6 dB.

Imputul etajului final al emiţătorului este de cca 60 W în toate gamele. În scopul reducerii distorsiunilor şi al scăderii radiaţiilor parazite se utilizează reglarea automată a nivelului puterii (ALC). Transiverul foloseşte 6 tuburi electronice şi 23 tranzistoare. O mare parte din montaj se realizează pe plăci imprimate. Cablare obişnuită utilizăm doar în etajul final şi în blocul de alimentare.

Schema bloc a transiverului este dată în fig. 394, iar cea de principiu, în fig. 395. Poziţiile din schemă ale comutatoarelor corespund poziţiei recepţie în gama de 14 MHz. Se utilizează 5 plăci imprimate care în fig. 394 sînt redate prin linii punctate, iar în fig. 395 prin linii groase.

La recepţie, semnalele din antenă, prin borna A_2, condensatorul C_2 şi contactele $P_2/_1$ ale releului P_2 (sau borna A_1, condensatorul C_1, în cazul utilizării unei antene separate) trec în circuitul de intrare al receptorului. În gamele de 3,5; 7 şi 14 MHz acest circuit este format din bobina 2—L_1, condensatorii 2—C_1 — 2—C_2 şi 2—C_6 — 2—C_9, aceştia din urmă conectaţi în paralel.

În gamele de 21 și 28 MHz, în loc de condensatori se conectează în paralel bobina 2—L_2.

Schema de intrare folosită nu permite schimbarea cuplajului cu antena în cazul schimbării gamei. Practic, în benzile de frecvențe mai joase 3,5 și 7 MHz, unde nivelul perturbațiilor este foarte mare, este de dorit un cuplaj mai slab; în benzile de 14

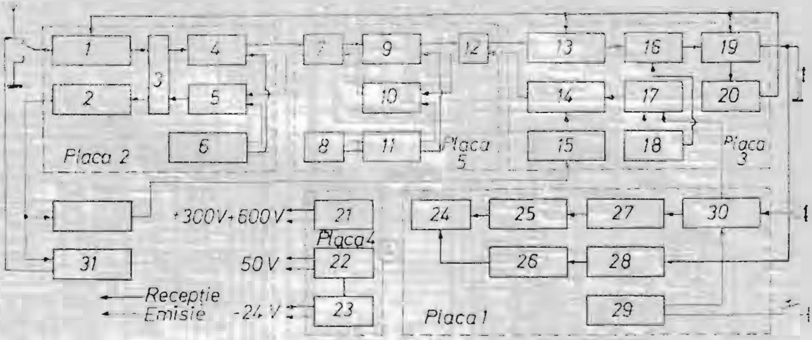


FIG. 394

și 21 MHz, un cuplaj mediu, iar în benzile de 28—29 MHz un cuplaj mai strîns.

O schemă care face posibil aceasta este prezentată în fig. 396.

Amplificatorul de radiofrecvență este montat pe tubul electronic 6K10П sau echivalentul său, în circuitul anodic găsindu-se filtrul de bandă comutabil, cu banda de trecere de 500 KHz. În circuitul grilei de comandă, prin rezistența 2—R_1 și dioda 2—D_2 trece tensiunea de ALC (reglaj automat al nivelului), dioda fiind necesară pentru a preveni apariția în circuit a unei tensiuni care să blocheze tubul în timpul emisiei.

Primul schimbător de frecvență al receptorului este realizat pe prima triodă a tubului 2-E_2. Tensiunea oscilatorului se transmite prin condensatorul 2-C_{52} în circuitul de catod al tubului.

Oscilatorul cu cuarț funcționează pe una din triodele tubului electronic 2-E_2. Oscilatorul lucrează după o schemă cu acord pe armonicile impare. La funcționare în gama de 21 MHz, circuitul acordat este format din bobina 2-L_{17} și divizorul capacitiv 2-C_{36}, 2-C_{37}. În gama de 28,5 MHz frecvența de acord crește prin conectarea în prealabil a bobinei 2-L_{16}. În gama de 28 MHz succesiv cu 2-L_{16} se conectează și bobina 2-L_{15}.

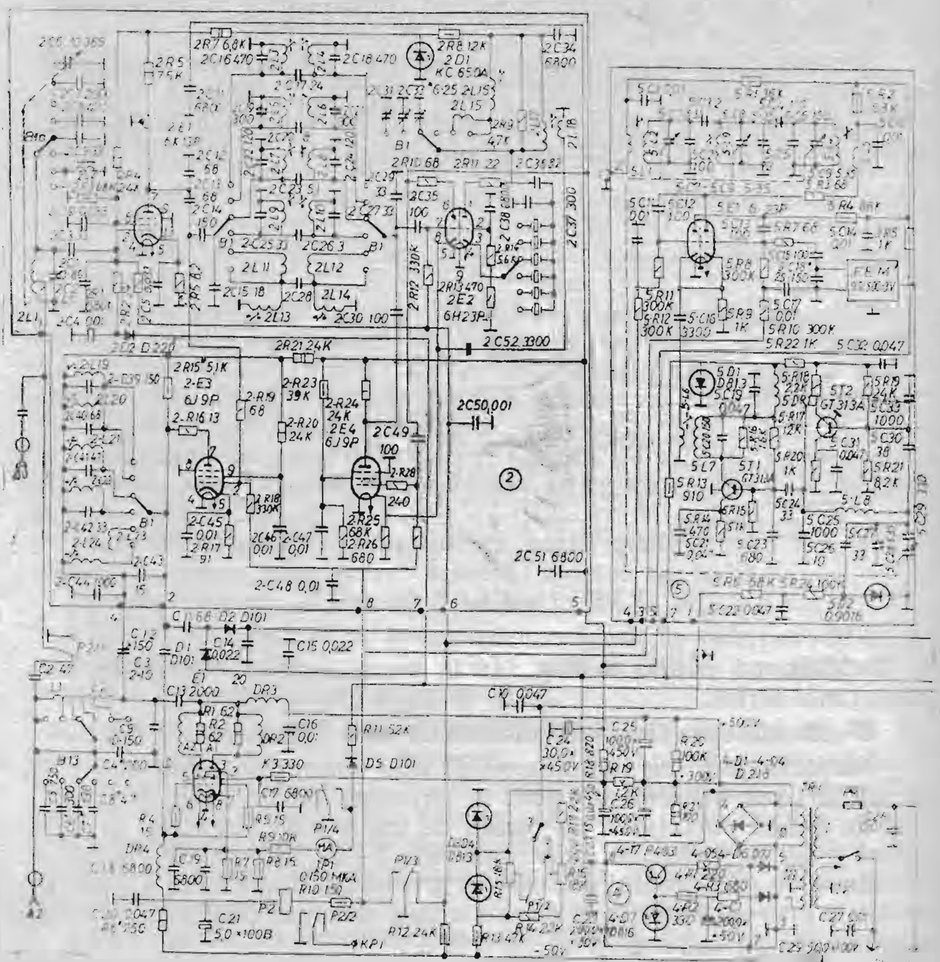
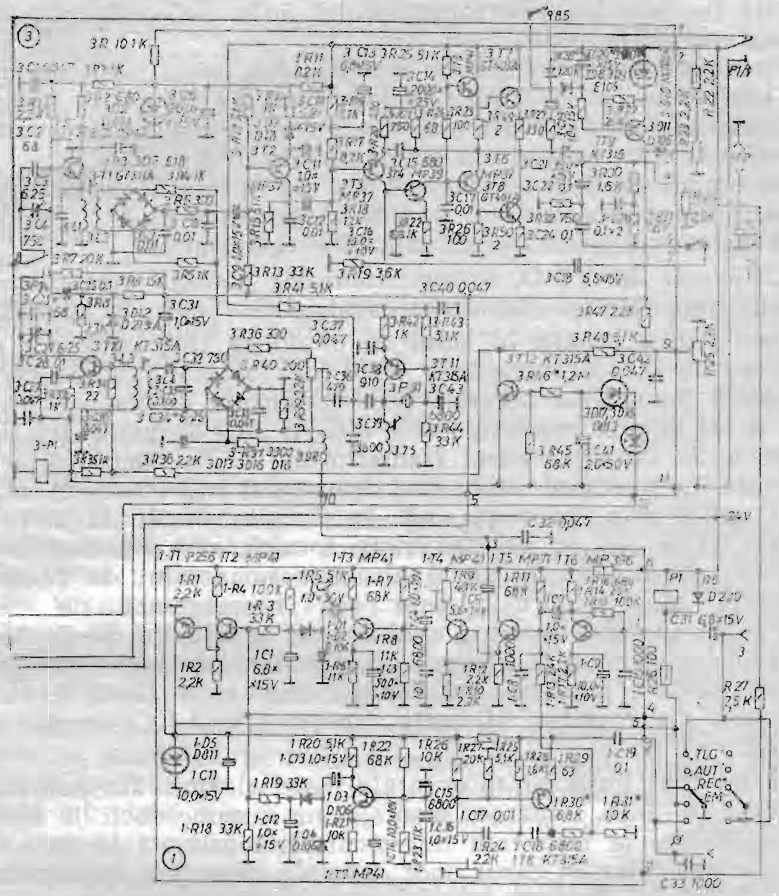


Fig. 335

În celelalte game, paralel cu bobina 2-L_{17} se conectează condensatorii 2-C_{31}—2-C_{33}.

În circuitul anodic al tubului primului schimbător de frecvență este plasat un filtru compus din 5-L_1—5-L_5 și 5-C_2—5-C acordat pe prima frecvență intermediară (6—6,5 MHz).

Oscilatorul cu gamă continuă din V.F.O. lucrează pe tranzistorul 5-T_2 în gama 5,5—6,0 MHz. Amplificatorul bufer montat pe tranzistorul 5-T_1 reduce influența etajului schimbător de frec-



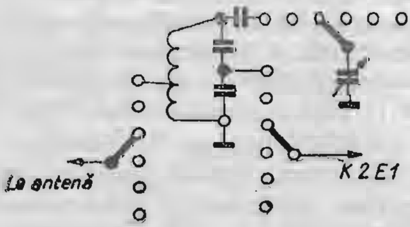


FIG. 396

venţă asupra oscilatorului. Circuitul $5\text{-}L_7$; $5\text{-}C_{20}$ se acordează în frecvenţa 5,75 MHz fiind şuntat de rezistenţa $5\text{-}R_{16}$, ceea ce asigură o bandă largă de trecere.

Tensiunea de radiofrecvenţă generată de oscilator, trecută prin catodul tubului electronic 5-E1 al celui de al doilea schimbător de frecvenţă, poate fi sta-

bilizată fie prin valorile seperatorului 5-C_{23}, 5-C_{24}, fie prin șuntare cu rezistența 5-R_{16}.

Montajul este prevăzut cu posibilitatea modificării frecvenței de recepție cu $\pm$ 5 KHz, independent de frecvența emițătorului. Aceasta se realizează prin modificarea tensiunii de comandă în varicapul 5-D_2 cu ajutorul potențiometrului R_{15}.

În timpul emisiei contactele R 1/2 ale releului R_1 se blochează și tensiunea pentru varicap se ia de la rezistența R_{16}.

Dispozitivul poate fi oprit prin întrerupătorul B_3.

Utilizarea în V.F.O. a tranzistoarelor permite creșterea stabilității frecvenței și eliminarea încălzirii în centru a aparatului.

În circuitul anodic al celui de al doilea tub electronic este conectat filtrul electromecanic FEM de fabricație sovietică tip 9A-500-3B. La ieșirea acestuia prin contactele închise ale releului 3-R 1/1 și prin condesatoarele 3-C_2 și 3-C_3 semnalul B.L.U. se transmite în circuitul bazei tranzistorului 3-T_1, amplificator de frecvență intermediară. Acest etaj este reglat prin tensiunea A.L.C. ce se aplică prin rezistența 3-R_7 în circuitul bazei. În afară de aceasta, în paralel cu intrarea tranzistorului, este conectat circuitul 3-C_{26}, R_8 și 3D_{12}. În cazul absenței semnalului de comandă rezistența acestui circuit este cea reprezentată de rezistența 3—R_8. În cazul apariției unui semnal în circuitul 3—R_9, 3—D_{12} dioda începe să permită trecerea curentului și șuntează circuitul de intrare, formînd împreună cu condensatoarele 3—C_2 și 3—C_3 un atenuator. Ca rezultat, eficiența funcționării A.L.C. crește substanțial.

Detectorul liniar al receptorului este alcătuit din puntea cu 4 diode 3-D_3—3-D_6. Deoarece montajul nu dispune decît de un etaj de amplificare în frecvența intermediară, tensiunea ce se aplică detectorului chiar în cazul unor semnale puternice nu depășește cîțiva milivolți. Aceasta îmbunătățește condițiile de funcționare a detectorului, permițînd un procent de distorsiuni foarte mic, dar solicită o amplificare crescută la etajele următoare.

Amplificatorul de audiofrecvență este realizat pe tranzistoarele 3—T_2—3—T_8 după o schemă obișnuită, cu etajul final cu două tranzistoare în contratimp fără transformator de ieșire. Amplificatorul are prevăzută și o reacție negativă care se aplică pe emitorul celui de al doilea tranzistor 3-T_3 prin circuitul 3-R_{20} ; 3-R_{21} ; 3-C_{14} și 3-C_{15} și care îmbunătățește caracteristica de frecvență.

Întreruptorul B_5 permite conectarea unui circuit suplimentar în π compus din 3-R_{30}—3-R_{32}, 3-C_{22}—3-C_{24}, care prin reacția negativă introdusă restrînge banda de trecere pînă la 300 Hz cu frecvența medie de cca 1 KHz.

Amplificatorul de audiofrecvenţă asigură la ieşire aproximativ 0,5 W pe o sarcină de 25 ohmi cu un procent de distorsiuni sub 5%. Diodele 3-D_8, 3-D_9 îndeplinesc funcţia unui detector, iar tranzistorul 3-T_9 — amplificator A.L.C. Stabilizatorul 3-D_{10} asigură întîrzierea necesară în acţiunea A.L.C.

În cazul unor semnale de intrare care depăşesc 1,5 V tranzistorul 3-T_9 se deschide şi tensiunea din colectorul lui devine mai negativă, determinînd reducerea amplificării în etajele de intrare.

Concomitent cu A.L.C. se utilizează şi reglarea manuală a amplificării. Tensiunea negativă de la potenţiometrul R23 se transmite prin dioda 3-D_{11} în colectorul tranzistorului 3-T_9 şi, ca urmare, şi în circuitul de comandă, concomitent cu semnalul A.L.C. Circuitul A.L.C. poate fi întrerupt prin blocarea diodei 3-D8 de la întreruptorul B_5.

S-metrul măsoară tensiunea de comandă A.L.C.

În circuitul de comandă, chiar în cazul cînd tranzistorul 3-T_9 este închis, există o tensiune negativă de aproximativ 1,2 V, apărută din cauza trecerii curentului prin separatori în circuitele de bază ale tranzistoarelor 3-T_1 şi 3-T_2. Pentru ca această tensiune să nu provoace o indicaţie permanentă a acului la S-metru în absenţa semnalelor, odată cu miliampermetrul mA este închisă şi dioda D5 (sau mai multe diode legate în serie).

În regim de emisie B.L.U. semnalul de audiofrecvenţă de la microfon se amplifică în tranzistoarele 1-T_4—1-T_6 şi apoi este transmis în modulatorul echilibrat format din diodele 3-DB—3-D16 unde este introdusă şi purtătoarea cu frecvenţa de 500 KHz obţinută de la oscilatorul cu cuarţ.

Înfăşurarea secundară a transformatorului modulatorului echilibrat 3-L_3 este conectată în circuitul de bază al tranzistorului 3-T_{10} care amplifică semnalele cu ambele benzi laterale. Nivelul amplificării se reglează cu potenţiometrul R_{25}. În regim de transmisie, prin releul 3-P_1 se conectează filtrul electromecanic în circuitul de colector al tranzistorului 3-T_{10}. De la ieşirea filtrului electromecanic semnalul B.L.U. format cu bandă superioară se aplică primului schimbător de frecvenţă al emiţătorului (una din triodele tubului electronic 5-E1).

În circuitul anodic al tubului electronic 5-E1 se separă semnalele în gama 6—6,5 MHz, care sînt aplicate celui de al doilea schimbător de frecvenţă al emiţătorului ce funcţionează cu tubul electronic 2-E4. În catodul acestui tub se transmite şi semnalul de la oscilatorul de cuarţ.

Filtrul de bandă conectat după tubul electronic 2-E4 selectează pentru gamele 3, 5 și 7 MHz diferența dintre frecvența oscilatorului cu cuarț și frecvența intermediară, iar pentru gamele de 14, 21, 28 și 28,5 MHz, suma lor.

Ca rezultat, în gamele de 3, 5 și 7 MHz obținem banda laterală inferioară, iar în celelalte game, banda laterală superioară. Semnalul este apoi amplificat în etajul echipat cu tubul electronic 3-L3 prevăzut cu bandă largă de trecere și aplicat tubul electronic E1 din etajul de ieșire al emițătorului. Acordul etajului final se face printr-un circuit π.

Este prevăzut și un circuit de neutrodinare a etajului final, compus din C_3 și 2-C_{44}, care asigură funcționarea stabilă a etajului final. În regimul de transmisie contactele P1/4 ale releului P se blochează și miliampermetrul mA măsoară căderea de tensiune la capetele rezistențelor R_7 și R_8, proporțională cu curentul de catod al tubului electronic E1.

Tensiunea de radiofrecvență pentru excitația etajului final și care se aplică în circuitul grilei de comandă a tubului electronic E1 este detectată parțial prin diodele D1 și D2 și prin intermediul diodelor 3-D17 și 3-D18 ajunge la amplifcatorul A.L.C. Dacă tensiunea de radiofrecvență o depășește pe cea stabilită ca maximală, tranzistorul 3-T_{12} se deschide, micșorînd prin aceasta amplificarea tranzistorului 3-T_{10} și, respectiv, tensiunea de excitație.

Pentru lucrul în telegrafie (CW) folosim generatorul de audiofrecvență echipat cu tranzistorul 1-T_8. La închiderea manipulatorului acest etaj generează un semnal audio cu frecvență de aproximativ 2 KHz, care prin tranzistoarele 1-T_4 și 1-T_5 trece în modulatorul echilibrat și se formează în continuare un semnal B.L.U. cu frecvanța audio continuă.

Trecerea de pe recepție pe emisie se realizează cu releele P1 și P2. La poziția recepție, bobinajele releelor nu sînt alimentate și în circuitul grilelor de comandă ale tuburilor electronice ce lucrează la emisie și aplică tensiunea de —50 V. Tranzistoarele 3-T_{10} și 3-T_{12} nu sînt alimentate.

Pe poziția emisie releele sînt alimentate și se închid contactele lor. Ca urmare, tensiunea de alimentare a tranzistoarelor 3-T_1 și 3-T_2 este întreruptă și, de asemenea, sînt oprite din funcționare tuburile electronice ale receptorului.

Datorită rezistenței 3-R_{11} etajele echipate cu tranzistoarele 3-T_1 și 3-T_2 nu se deconectează total, dar amplificarea lor scade foarte mult, permițînd realizarea autocontrolului în timpul lucrului în telegrafie.

Amplificatorul VOX este montat pe tranzistorul 1-T_3.

Diodele 1-D1, 1-D2 detectează semnalul, iar tranzistoarele 1-T_1 şi 1-T_2 formează amplificatorul de curent continuu.

Nivelul de declanşare a VOX-ului se reglează prin rezistenţa 1-R_5 iar timpul de intrare şi ieşire din lucru al VOX-ului este stabilit de circuitul 1-C_3, 1-R_4.

În cazul poziţiei comutatorului B2-AUT se poate lucra atît în regim B.L.U. cît şi telegrafic. Astfel, în cazul apăsării pe manipulator semnalul de la generatorul de audiofrecvenţă prin sistemul VOX comutează transiverul pe emise. Totuşi, în cazul lucrului în telegrafie, comutatorul B2 este bine să fie stabilit în poziţia TLG pentru a evita transmiterea concomitentă a semnalelor telegrafice şi telefonice.

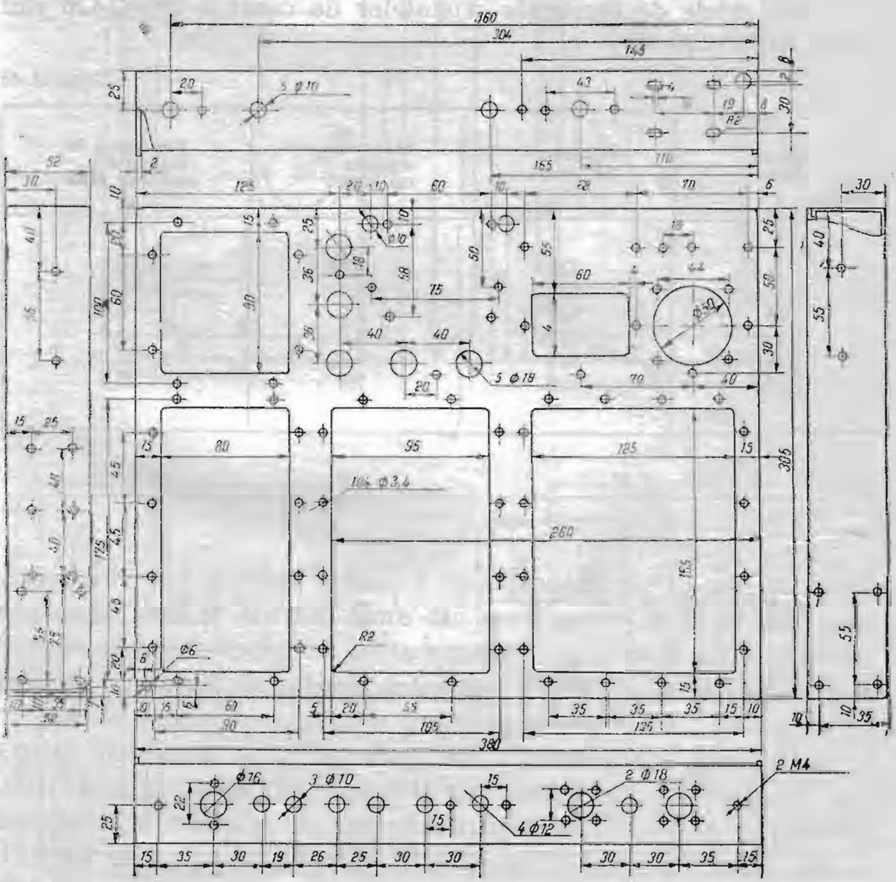


FIG. 397

În circuitul Anti-VOX intră tranzistorul 1-T_7 şi diodele 1-D_3, 1-D_4. Semnalul de la ieşirea amplificatorului de audiofrecvenţă al receptorului, prin reglorul nivelului de declanşare 1-R_{24}, este aplicat la intrarea amplificatorului, se detectează şi apare în circuitul bazei tranzistorului 1-T_2, în antifază cu semnalul VOX. Ca rezultat, la recepţionarea semnalului corespondentului circuitul VOX se blochează.

Detalii constructive şi de reglaj. Transiverul se montează pe un şasiu metalic din aluminiu, al cărui desen este prezentat în fig. 397. În fig. 398 este prezentată schiţa panoului central, iar în fig. 399 şi 400, amplasarea diferitelor piese utilizate la asamblarea transiverului.

Frecvenţele de lucru ale cristalelor de cuarţ 2-Q1—2-Q6 sînt redate în tabelul 48.

Tabelul 48

Banda MHz	Cristalul de cuarţ	Frecvenţa cristalului MHz	Frecvenţa la ieşirea din oscilator MHz
3,5	Q1	3,33	10,0
7	Q2	4,5	13,5
14	Q3	8,0	8,0
21	Q4	5,0	15,0
28	Q5	7,33	22,0
28,5	Q6	7,5	22,5

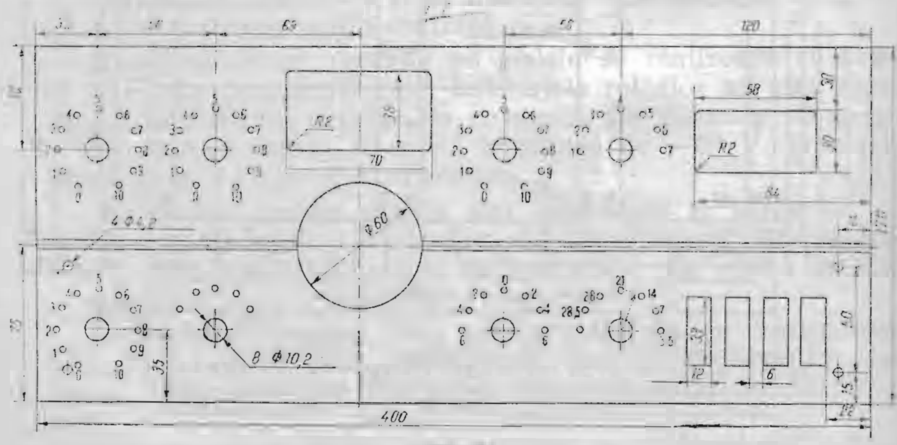


FIG. 398

Condensatorul de reglare C3 trebuie calculat pentru tensiunea de 1 000 V. Șocurile DR1 și DR2 au cele 5 spire din conductor Cu ∅ 0,7—0,9 mm, bobinate pe rezistențe chimice de 50—60 ohmi. Șocul de radiofrecvență din circuitul anodic al finalului DR3 se

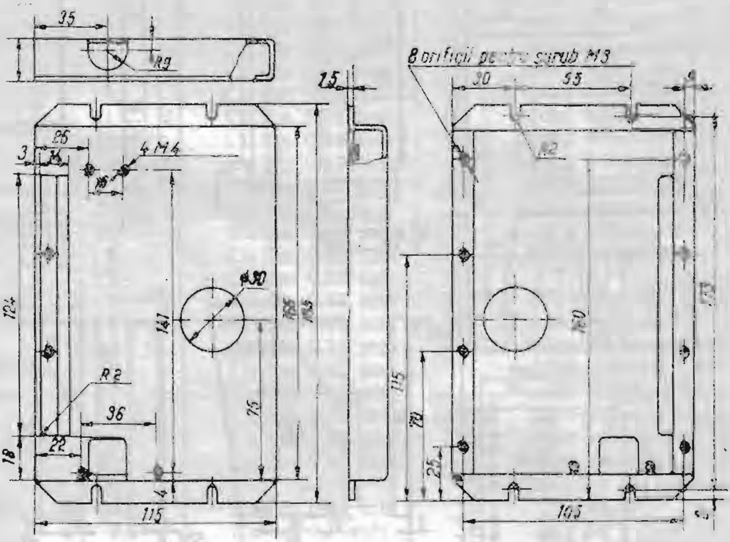


FIG. 399

realizează pe o carcasă ceramică cu diametrul de 18 mm și lungimea de 95 mm și are 130 spire din conductor CuEm ∅ 0,35 mm. Primele 15 spire, începînd de la capătul conectat la anod, sînt înfășurate cu spații de 1,5 mm între ele, celelalte, spiră lîngă spiră.

La confecționarea acestei bobine trebuie să se procedeze cu o grijă deosebită, deoarece construcția nereușită a bobinajului și existența unor rezonanțe în unele din gamele de radioamatori duc la reducerea energiei de radiofrecvență, în special în gamele de 21 și 28 MHz. Șocurile 3-Dr1 și 5-Dr1 au inductanța între 100—200 μH.

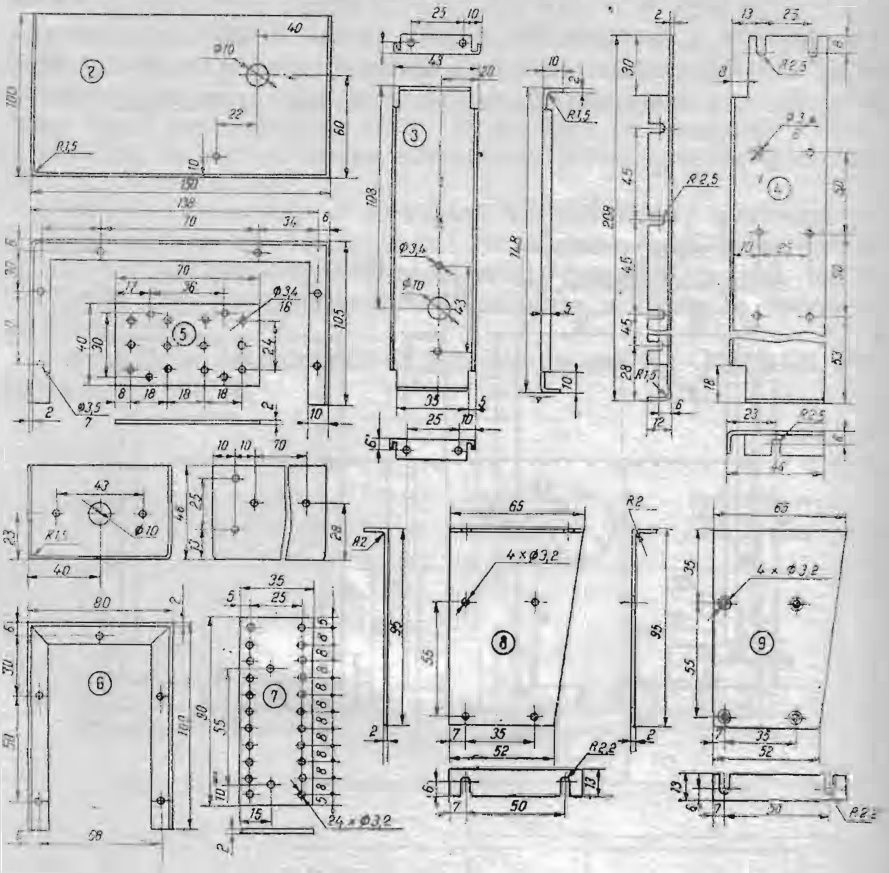


FIG. 400

Tabelul 49

Notaţii pe schemă	Număr de spire	Conductor	Lungime bobinaj mm
2—L_1	11	Cu Em 0,8 mm	22
2—L_2	12	Cu Em 0,33 mm	—
2—L_3	33	Cu Em 0,33 mm	spire adiacente
2—L_4	33	Cu Em 0,33 mm	spire adiacente
2—L_5	14	Cu Em 0,33 mm	spire adiacente
2—L_6	14	Cu Em 0,33 mm	spire adiacente
2—L_7	8	Cu Em 0,33 mm	spire adiacente

Notația pe schemă	Număr de spire	Conductor	Lungime bobinaj mm
2—L_8	8	Cu Em 0,33 mm	spire adiacente
2—L_9	7	Cu Em 0,33 mm	spire adiacente
2—L_{10}	7	Cu Em 0,33 mm	spire adiacente
2—L_{11}	2	Cu Em 0,55 mm	3
2—L_{12}	2	Cu Em 0,55 mm	3
2—L_{13}	6	Cu Em 0,33 mm	spire adiacente
2—L_{14}	6	Cu Em 0,33 mm	spire adiacente
2—L_{15}	3	Cu Em 0,55 mm	spire adiacente
2—L_{16}	11	Cu Em 0,33 mm	spire adiacente
2—L_{17}	12	Cu Em 0,33 mm	spire adiacente
2—L_{18}	2	Cu Em 0,33 mm	spire adiacente
2—L_{19}	55	Cu Em 0,25 mm	spire adiacente
2—L_{20}	23	Cu Em 0,33 mm	spire adiacente
2—L_{21}	12	Cu Em 0,33 mm	spire adiacente
2—L_{22}	9	Cu Em 0,33 mm	spire adiacente
2—L_{23}	2	Cu Em 0,55 mm	3
2—L_{24}	7	Cu Em 0,33 mm	spire adiacente
5—L_1	8	Cu Em 0,33 mm	spire adiacente
5—L_2	15	Cu Em 0,33 mm	spire adiacente
5—L_3	15	Cu Em 0,33 mm	spire adiacente
5—L_4	15	Cu Em 0,33 mm	spire adiacente
5—L_5	8	Cu Em 0,33 mm	spire adiacente
5—L_6	5	Cu Em 0,33 mm	spire adiacente
5—L_7	15	Cu Em 0,33 mm	spire adiacente
5—L_8	20	—	30
L_1	30	Cu Em 0,55 mm	60
L_2	7,5	Cu Em 2,0 mm	30

Transformatorul de alimentare TR1 se realizează pe un miez de 20×40 mm, iar datele bobinajelor se găsesc în tabelul 50.

Tabelul 50

Bobinajul	Conductor	Număr spire	Tensiunea V	Priză la spira
I	Cu Em ∅ 0,47	845	220	—
II	Cu Em ∅ 0,27	2100	520	1050
III	Cu Em ∅ 0,33	330	80	165
IV	Cu Em ∅ 0,96	54	12,6	27

Datele pentru realizarea bobinelor de radiofrecvență sînt date în tabelul 49. Bobina 2-L_1 este înfășurată pe o carcasă cu diame-

trul de 12 mm; 2-L_2 pe un inel K12×6×4 din ferită M30 B L_1; 2-L_{11}; 2-L_{12}; 2-L_{15}; 2-L_{23} sînt fără carcase, diametrul bobinelor este de 6 mm.

Bobinele 5-L_1—5-L_7 sînt bobinate pe miezuri SB-12 a. Bobina L_1 este înfăşurată pe o carcasă cu diametrul de 30 mm, L_2 este fără carcasă, cu diametrul bobinei de 27 mm. Celelalte bobine sînt înfăşurate pe carcase cu diametrul 7,5 mm, de tipul celor folosite în circuitele televizoarelor şi receptoarelor radio din comerţ.

Rezistenţa de intrare a amplificatorului de microfon este de cca 500 ohmi şi se recomandă folosirea unui microfon dinamic de această impedanţă.

Aşa cum am arătat, o mare parte din componentele transiverului sînt montate pe 5 plăci cu circuite imprimate.

Pe placa 1 din fig. 401 sînt montate amplificatorul de audiofrecvenţă al emiţătorului, amplificatorului VOX şi anti-VOX, generatorul de audiofrecvenţă.

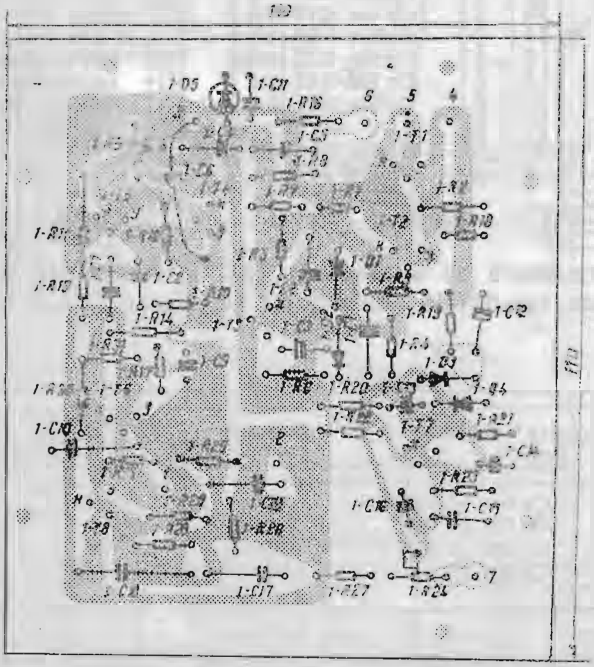


FIG. 401

Pe placa 2 din fig. 402 sînt montate amplificatoarele de înaltă frecvenţă ale receptorului şi emiţătorului, etajele schimbătoare de frecvenţă, respectiv mixere, şi primul oscilator cu cuarţ. Condensatoarele care se conectează în paralel cu bobinajele este bine să

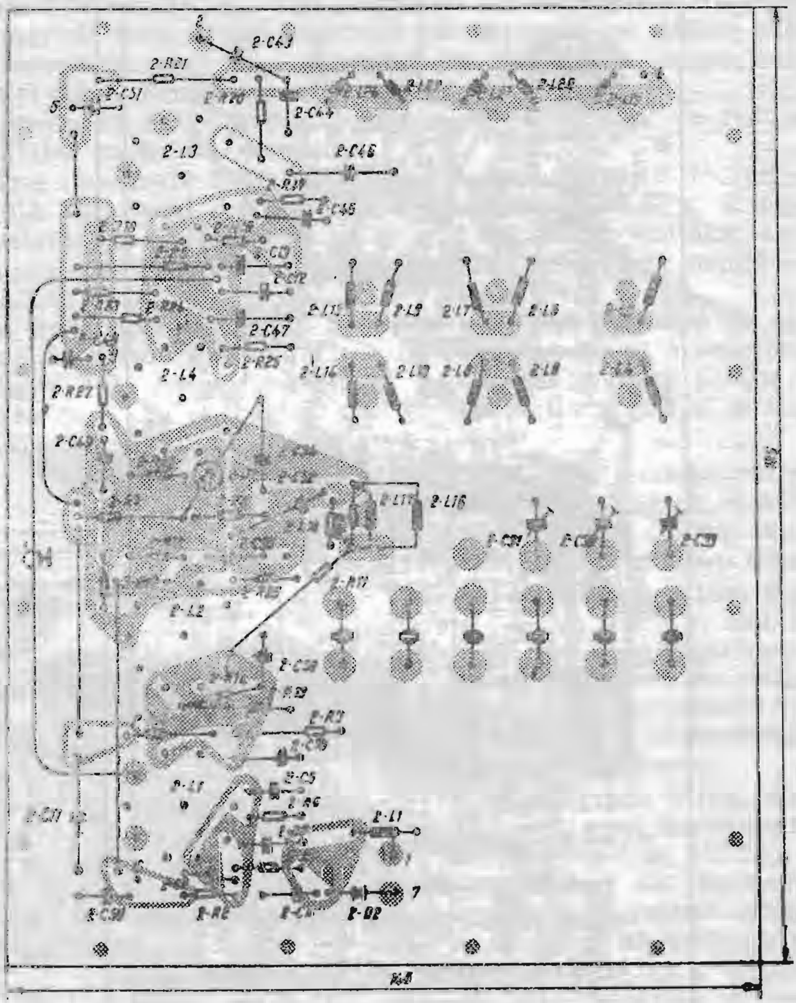


FIG. 402

fie amplasate direct pe contactele comutatorului ori pe bornele de ieşire ale bobinajelor, sub şasiu.

Această din urmă poziţie uşurează schimbarea condensatoarelor şi testele de reglare pentru găsirea valorilor optime, mai

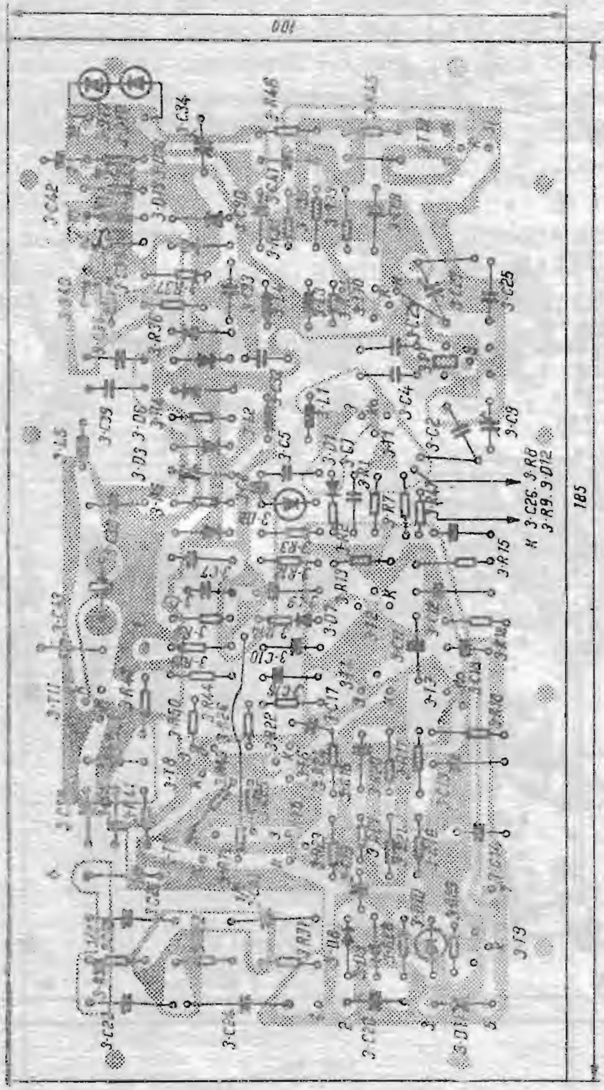


FIG. 403

ales în cazul folosirii la bobinaje a altor carcase decît cele recomandate.

Conexiunile între circuitul anodic al tubului electronic 2-L1 și rezistența 2-R_5, precum și între placa 2 și placa 5 sînt realizate cu cablu coaxial RK-53 sau alt cablu coaxial cu impedanța 52—75 ohmi.

Despărțiturile în care sînt amplasate plăcile comutatorului de game este de dorit să fie conectate (de exemplu, pe mijloc) prin arcuri scurte și largi (ex.: bucățele de alamă) cu conductorul comun al plăcii imprimate.

Aceasta va îmbunătăți decuplarea dintre etaje și va reduce posibilitatea oscilațiilor parazite.

Placa imprimată 3 (fig. 403) cuprinde amplificatorii de audiofrecvență, detectorul receptorului, amplificatorul A.L.C. și al doilea oscilator cu cuarț. Tot pe ea se află etajele din emițător, amplificatorul de radiofrecvențe, modulatorul echilibrat, amplificatorul A.L.C.

La tranzistoarele 3-T_7 și 3-T_8 este necesară montarea de radiatoare care vor permite răcirea în bune condițiuni a acestora. Rezistența 3-R_{18} trebuie controlată înainte de montare pentru a se vedea dacă are un contact electric bun între cursor și stratul rezistiv.

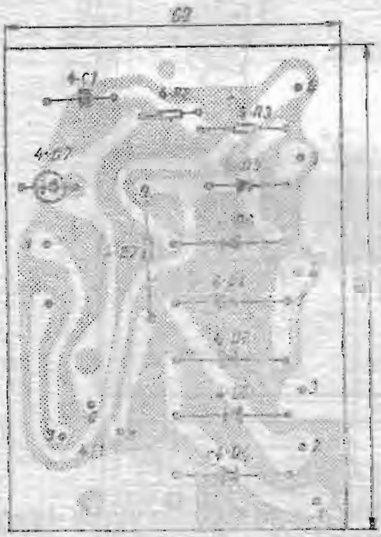


FIG. 404

Diodele din modulatorul echilibrat vor fi alese ca să aibă o rezistență directă cît mai mică și rezistența inversă cît mai mare.

Placa imprimată 4 (fig. 404) cuprinde redresoarele și stabilizatorul de tensiune. Tranzistorul 4-T_1 este prevăzut cu un radiator. Rezistența 4-R_1, care se încălzește puternic, se montează în afara plăci imprimate.

Placa imprimată 5 (fig. 405) cuprinde cele două tranzistoare ce funcționează în V.F.O., al doilea schimbător de frecvență al receptorului și primul schimbător de frecvență al emițătorului.

Tranzistorul 5-T_2 și piesele alăturate sînt montate în imediata apropiere a bobinei 5-L_8 într-un ecran dreptunghiular de

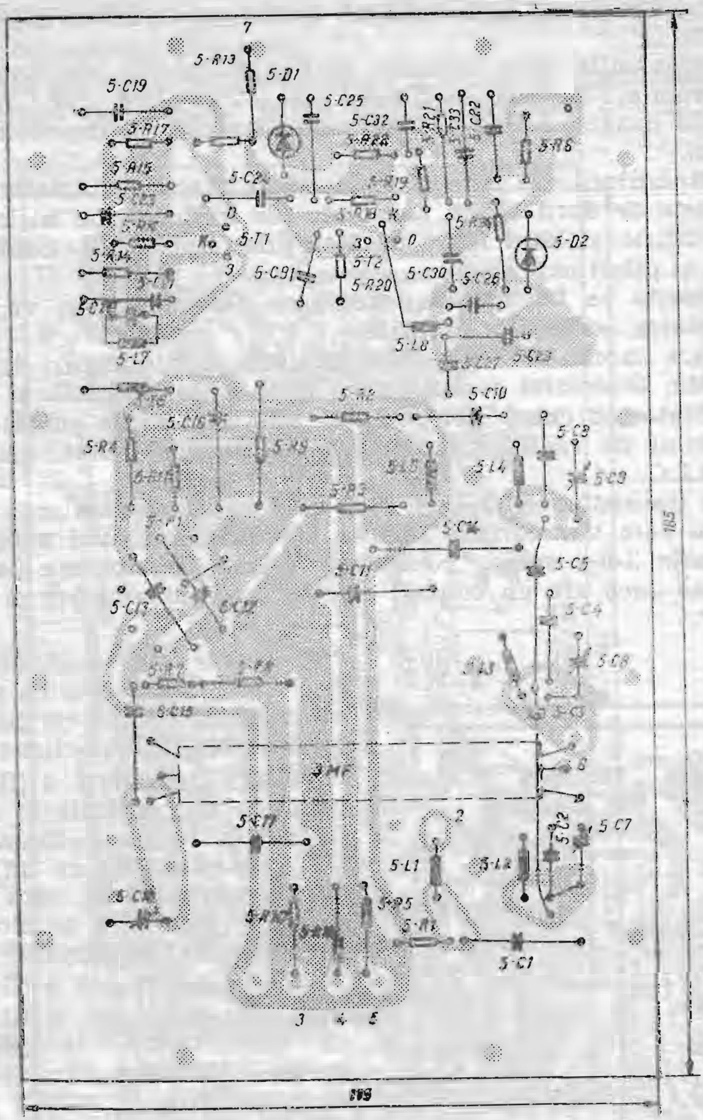


FIG. 405

50×70 mm şi înălţimea 70 mm, pentru a evita conexiunile lungi cu bobina, care ar putea duce la instabilitatea frecvenţei.

Plăcile imprimate sînt legate între ele şi de celelalte piese

ale transiverului cu ajutorul unor conductori așezați într-un fascicul. Amplasarea fasciculului față de plăcile imprimate este arătată în fig. 406, iar locul de conectare la capetele conductorilor izolați este indicat în tabelul 50. Conexiunile scurte nu sînt cuprinse în acest fascicul.

Reglarea. Reglarea transiverului nu prezintă dificultăți deosebite și se rezumă la reglarea circuitelor acordate pe frecvențele corespunzătoare.

Trebuie, totuși, făcute cîteva precizări. Astfel, bobinele realizate pe miezurile Cb-12 trebuie să aibă un factor de calitate pînă la 120 și o bandă de trecere de cca 70 KHz.

Este de dorit ca reglarea subansamblelor montate pe placa 2 să se facă în regim de recepție. Mai întîi, cu ajutorul rezistenței B-R_{16}, se stabilește regimul tranzistoarelor amplificatorului de înaltă frecvență. Tensiunea continuă cu punctul de conectare a colectorului tranzistorului 3-T_8 și o rezistență 3-R_{91} trebuie să fie egală cu jumătatea tensiunii sursei de alimentare.

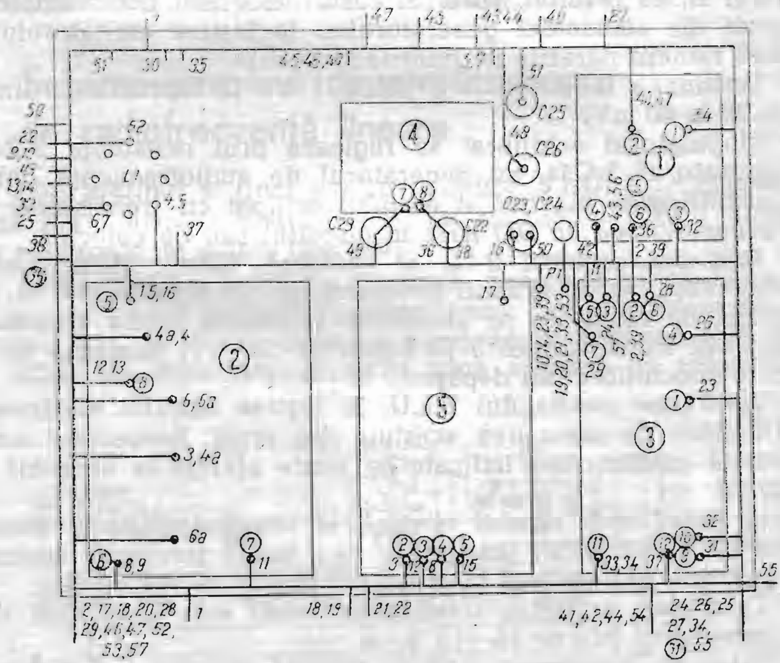


FIG. 406

Reglarea filtrului cu bandă îngustă în audiofrecvență constă în determinarea valorii optime a rezistenței 3-R_{22} pînă la obținerea benzii de trecere dorite. De remarcat că scăderea rezistenței duce la îngustarea benzii. Respectînd valorile pieselor indicate în schemă, banda de trecere va fi de 300 Hz.

Tensiunea în condensatorul 3-C_{39} se stabilește la 1,5 V prin acordul bobinei 3-L_5.

Reglarea transiverului în regim de emisie începe prin deconectarea sistemului A.L.C. Mai întîi stabilim curentul inițial al tubului electronic ГУ-29 din etajul final la 30—40 mA prin valoarea rezisteneței R_6. Apoi se verifică funcționarea generatorului de audiofrecvență, a cărui frecvență trebuie să fie cuprinsă între 1,7—2,0 KHz în condițiile lipsei de distorsiuni la osciloograf. Poate apărea necesară schimbarea valorii rezistenței 1-R_{29}. Frecvența de lucru a generatorului a fost aleasă mai mult pentru ca cea de a doua armonică a generatorului să fie efectiv suprimată de filtrul electromecanic. În cazul cînd folosim la generator o frecvență mai redusă (800—1000 Hz), nu numai cea de a doua, dar și cea de a treia armonică poate nimeri în banda de trecere a filtrului și, ca rezultat, chiar în cazul celor mai neînsemnate distorsiuni ale sinusoidei generatorului, la ieșirea emițătorului pot apărea radiații parazite pe diferite frecvențe.

Tensiunea la borna 3 a plăcii 1 va fi cuprinsă în limitele de la 20 la 60 mV.

Modulatorul echilibrat se reglează prin rezistența 3-R40 și condensatorul 3-C34, cu generatorul de audiofrecvență oprit și cu amplificarea maximă a etajului echipat cu tranzistorul 3-T și cu purtătoarea de 500 KHz în circuitul său de colector.

Prin condesatorul 3-C_{27} se reglează filtrul electromecanic la rezonanță. Se dă drumul generatorului de audiofrecvență și cu reglorul de nivel R_{25} se stabilește tensiunea benzii laterale în colectorul tranzistorului 3-T_{10} egală cu 500 μV. Reziduul de purtătoare neechilibrat nu depășește 20—30 μV.

Tensiunea semnalului B.L.U. la ieșirea filtrului electromecanic depinde de atenuarea acestuia din urmă. Respectînd schema și datele constructive indicate se poate ajunge la atenuări pînă la 60 dB.

În cazul unui semnal normal, la intrarea primului transformator al emițătorului tensiunea de înaltă frecvență reprezintă aproximativ 150 μV, iar la comutatorul B12 — cca 0,6 V.

Tensiunea la ieșirea filtrului de bandă este de cca 0,6 V, iar la comutatorul B15 de 14—15 V.

Diferențe însemnate față de această valoare indică funcționarea necorespunzătoare a unuia dintre etaje.

După verificările de mai sus se reintroduce curentul A.L.C. şi prin schimbarea valorii rezistenţei 3-R16 (cu reglorul de nivel în regimul amplificării maxime) vom obţine la tubul electronic F-1, în cazul dezacordului circuitului anodic, pînă la 130 mA.

În rest, reglajele specifice montajelor B.L.U.

În continuare, prezentăm echivalenţa de fabricaţie europeană şi românească pentru tuburile electronice, tranzistoarele şi diodele folosite în montaj :

— pentru tuburile electronice :
6К19П cu EF85 ; 6Н29П cu 6CC43 sau ECC865 sau ECC85 6Ж9П cu EF861 ; ГУ-29 cu 829B

— pentru tranzistoare : ГТ403А cu AC 180 ; ГТ311А şi ГТ313А cu EFT317 ; КТ315 şi КТ315А cu BC 108 ; МП 37 şi МП 38 cu AC 181 ; МП 395 şi МП 41 cu AC 180

— pentru diode : П105 cu EFD106 ; Д 101 cu BA172 ; Д 106 cu BA171 ; Д218 şi Д220 cu 1N 914 ; Д801Б cu DZ 9 V1 ; Д811 cu DZ11 ; Д813 şi Д813Б cu DZ12 sau DZ 13 ; KC650A cu 4DZ150 ; Д 7Ж cu 1N4005.

Echivalenţele pentru diode şi tranzistoare sînt date cu semiconductori fabricaţi de I.P.R.S. Băneasa.

Scheme practice de amplificatoare de radiofrecvenţă lineare

Etaj prefinal şi final pentru emiţător B.L.U. Este compus din două etaje amplificatoare B.L.U. cu tranzistoare care atacă un tub electronic de putere (fig. 407).

Tubul final a fost ales cu grijă, pentru a putea lucra bine excitat de etajul prefinal cu tranzistoare. S-a ales clasa de funcţionare AB1, pentru a lucra cu excitaţia în tensiune fără curent de grilă, iar clasa AB1 mergînd pînă aproape de tensiunea de

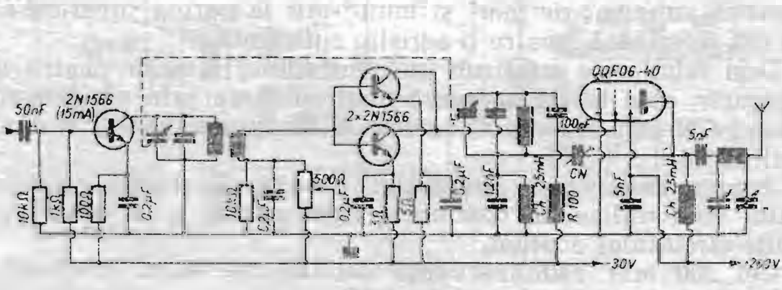


FIG. 407

polarizare a grijei; pentru un output maxim este necesară utilizarea unui tub electronic final cu tensiunea de polizare a grilei redusă.

Etajul prefinal trebuie să furnizeze tensiunea de înaltă frecvență destul de ridicată și, în plus, trebuie să asigurăm și energie suplimentară, deoarece curentul de intrare al tubului electronic prezintă pierderi pe care trebuie să le compensăm. De aceea a fost ales un etaj prefinal putînd furniza 0,5 W. Pentru a obține această putere întrebuințăm două tranzistoare 2N1566 sau echivalentul românesc IPRS-2N2219 în clasa B, în paralel excitat de un tranzistor de același tip în clasa A. Ambele etaje cu tranzistoare sînt alimentate la 25/30V.

Cum circuitul de colector al etajului prefinal se conectează pe priza unui circuit acordat cu grila tubului final vom obține o tensiune ridicată de înaltă frecvență suficientă pentru excitația etajului final. Ca tub final a fost ales un QQEO6/40 sau echivalentul 5894 din următoarele motive:

— În clasa AB1 polarizarea necesară în circuitul grilei de comandă este de cca —27V pentru o tensiune de alimentare a anodului de +600 V și a grilei ecran de +250 V, ceea ce permite utilizarea pentru tensiunea de polarizare a tubului a aceleiași surse de alimentare, folosită pentru funcționarea celor două etaje cu tranzistoare, cu avantajul suplimentar că acestea fiind de tip *npn*, colectoarele sînt alimentate la aceeași tensiune cu grila de comandă.

— Puterea de radiofrecvență debitată de acest tub electronic este asemănătoare cu cea furnizată de binecunoscutul tub electronic 6146.

— Este un tub electronic care funcționează foarte bine pe unde decametrice, avînd și o excelentă liniaritate în B.L.U.

, Tubul are însă o încălzire mare în timpul funcționării, ceea ce ne impune să prevedem un șasiu foarte aerat pentru etajul final. Tubul final va fi montat orizontal, iar cutia metalică va fi găurită cu orificii suficient de mari și multe atît la partea superioară, cît și la cea inferioară, pentru o aerisire suficientă.

Deși tubul este construit cu neutrodinaj interior pentru unde ultrascurte, este totuși necesară neutrodinarea prin condensatorul variabil CN care trebuie să reziste la tensiunea de 600 V din circuitul anodic.

Pentru conectarea circuitului acordat de ieșire cu anodul tubului vom utiliza un conductor rigid pentru a nu favoriza vibrațiile circuitului acordat.

Cei 500 mW radiofrecvență debitați de etajul prefinal sînt suficienți pentru efectuarea de QSO-uri locale pentru testuri.

Primul tranzistor este reglat pentru un consum de cca 15 mA în circuitul de colector, iar cele două tranzistoare în paralel sînt reglate pentru un curent de repaus de 5 mA.

Alimentarea se face dintr-un redresor capabil să asigure 600 V la 200 mA, 260 V la 50 mA și 27—30 V la 100 mA.

În repaus, curentul anodic al tubului final este de cca 20 mA și poate ajunge pînă la maximum 200 mA la vîrfurile de excitație B.L.U.

Un amplificator liniar. Este destinat amplificării semnalelor B.L.U. de putere mai redusă. Amplificatorul folosește două tuburi electronice EL509, conectate în paralel, care au o disipație anodică de 70W.

Tuburile sînt montate în clasă de funcționare B, care permite un curent anodic apropiat de zero în lipsa semnalului B.L.U. de excitație, iar aplicarea semnalului de excitație se face pe catodul tuburilor fără circuit de acord.

Examinînd schema de principiu (fig. 408) observăm că polarizarea grilelor de comandă ale celor 2 tuburi electronice este asigurată de o baterie de 9 V. Trebuie menționat că, avînd tensiunile anodică și pe grila ecran aplicate, o tensiune negativă de 9 V aplicată pe grilele de comandă este suficientă pentru ca în lipsa semnalului B.L.U. de excitație curentul anodic să fie de 10—15 mA. S-a ales această soluție pentru o economie maximă de spațiu, deoarece etajul amplificator este destinat și lucrului în mobil alimentat de la acumulatorul autoturismului. Consumul foarte redus din circuitul grilelor de comandă asigură o durată mare de funcționare a bateriei de 9 V.

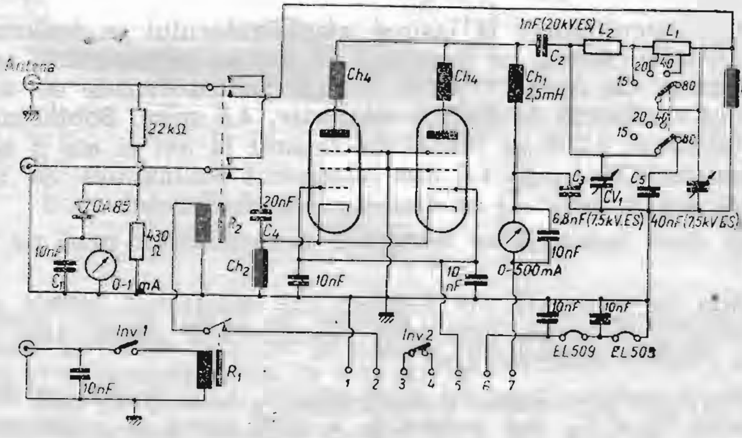


FIG. 408

Circuitul de telecomandă care acţionează releul R_1 este prevăzut a fi alimentat cu 12 V de la excitatorul B.L.U. folosit astfel încît trecerea acestuia de pe recepţie pe emisie şi invers să se facă odată cu comutarea excitaţiei şi a antenei la amplificatorul liniar.

In schemă este prevăzut şi un circuit indicator al intensităţii radiofrecvenţei la ieşirea amplificatorului, compus din miliampermetrul în scara O-1 mA şi dioda OA85. Acest circuit ne permite o măsurare comodă a curentului de radiofrecvenţă independent de măsurarea curentului anodic, iar în cazul cînd amplificatorul liniar nu funcţionează, permite măsurarea energiei de radiofrecvenţă debitată de excitator.

Se recomandă respectarea întocmai a valorii condensatorului C_1=20 nF şi a inducţiei şocului de radiofrecvenţă Ch 2 care are 130 spire apropiate, conductor CuEm ∅ 0,5 mm bobinate pe o carcasă de steatit cu diametrul 20 mm. Şocul Ch 4 are 5 spire conductor diametru 1,5 mm bobinate pe o rezistenţă chimică de 50 ohmi/1W. Şocurile de radiofrecvenţă Ch1 şi Ch3 — de tipurile obişnuite în etajele finale.

La construcţia montajului trebuie desigur conexiuni cît mai scurte şi prize de masă de bună calitate. Pentru o bună răcire a tuburilor electronice acestea se montează orizontal şi se prevede un blindaj între circuitele grilelor de comandă şi catodelor pe de o parte şi circuitele anodice pe de alta.

Desigur că montarea unui ventilator miniatural asigură răcirea în condiţii foarte bune şi prelungirea vieţii tuburilor electronice.

Bobina circuitului π la ieşirea amplificatorului se realizează astfel: L_1, pe o carcasă cu diametrul 30 mm se bobinează 25 spire de conductori Cu Ag ∅ 1,5 mm. Prizele pentru benzile de 40 m şi 20 m se realizează la 12,5 şi, respectiv, 4,5 spire. Bobinajul L_2 pentru banda de 15 m se bobinează separat în aer şi are 5 spire din conductor Cu Ag ∅ 1,8 mm, diametrul bobinajului 20 mm, spirele distanţate între ele cu diametrul conductorului.

Cele două bobinaje se montează perpendicular unul pe celălalt.

Grilele de comandă ale fiecărui tub electronic permit cîte două contacte la soclu. Este bine să conectăm numai unul din contacte, celălalt rămînînd liber.

Cablajul trebuie făcut cu mare atenţie. Conexiunile de masă ale grilelor G_2 şi G_3 sînt sudate în acelaşi punct cu conexiunile de decuplare ale filamentelor, ale polarizării etc.

Trebuie avută o deosebită grijă la contactele folosite pentru conectarea etajului liniar la sursa de alimentare, în special la lucrul în mobil.

Alimentarea pentru cazul folosirii amplificatorului în mobil se face prin alimentatorul de la fig. 409. Se folosesc tranzistoare ADZ12. Diodele CR_1—CR_4 sînt de tipul BY 127 sau echivalentul românesc 1N4007, montate cîte 3 în serie pe fiecare ramură. Condensatoarele electrolitice C_4, C_5, C_6 și C_7 au 100 pF la 500 V, iar rezistențele R_6, R_7, R_8 și R_9 au 100 ohmi/2 W fiecare.

Pentru cazul folosirii amplificatorului la stația fixă se poate folosi alimentatorul din fig. 410. Alimentarea filamentelor celor două tuburi electronice prin transformatorul T_2, prevăzut cu pri-

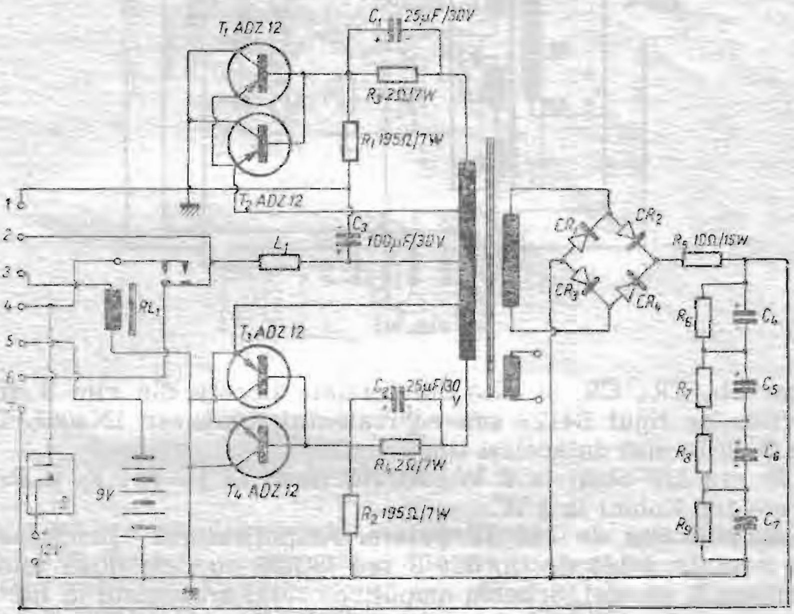


FIG. 409

marul pentru 220 V și priză la 110 V, iar secundarul capabil a asigura 12,6V, la 5 A. În paralel, pe acest secundar conectăm becul de control TL de 12 V la 0,1 A.

Cel de al doilea transformator trebuie să asigure la secundarul de înaltă tensiune 2×400 V la 300 mA, iar cele două secundare mici împreună asigură înseriate circa 12 V pentru sursa

de polarizare a grilelor de comandă ce înlocuieşte bateria de 9 V. Reglajul tensiunii de polarizare se face prin potenţiometrul de 5 Kohmi.

Condensatorul C_1 are 500 μF la 30 V; C_2 are 50 μF la 30 V; C_3, C_4, C_5 şi C_6 au 100 μF la 500 V fiecare. Ramurile punţii redre-

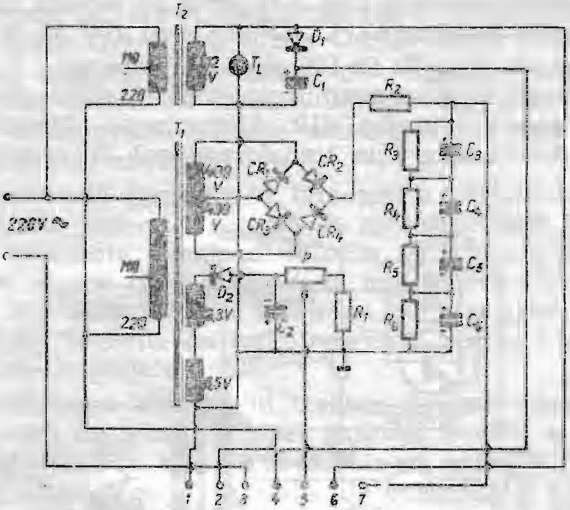


FIG. 410

soare CR_1, CR_2, CR_3 şi CR_4 sînt formate fiecare din cîte 3 diode înseriate de tipul B4127 sau echivalentul românesc 1N4007. Diodele D_1 şi D_2 sînt de acelaşi tip.

R_1 are 470 ohmi la 2 W; R_2 100 ohmi la 15 W; R_3 şi R_6 au fiecare 100 Kohmi la 2 W.

Amplificator de 100 W putere. Amplificatorul funcţionează cu o tetrodă dublă de tip 829-B sau GU-29 cu cele două tetrode conectate în paralel. Schema amplificatorului prezentată în fig. 411 este relativ simplă şi nu cere explicaţii deosebite. Semnalul cu banda laterală unică se aplică pe bobina L_1 cuplată inductiv cu circuitul $L_2C_1C_2$, care acoperă întreaga gamă de la 10 m la 80 m, fără comutări. Condensatoarele C_3 şi C_8 servesc la neutralizarea etajului, la funcţionarea pe frecvenţe înalte. Bobinele de şoc Dr_2 şi Dr_3, ca şi rezistenţele R_3 şi R_4 servesc pentru prevenirea autoexcitării amplificatorului. Condensatoarele C_4, C_6, C_5 şi C_9 sînt pentru blocare. Tensiunea negativă de polarizare se aplică pe grila de comandă printr-o bobină de şoc de radiofrecvenţă Dr_1 cu o

inductanță de 2,5 mH. Tensiunea de polarizare are 25 V, întrucît amplificatorul funcționează în regim AB_1.

Circuitul anodic al amplificatorului este astfel construit ca să permită adaptarea atît a sarcinii simetrice, cît și a celei asime-

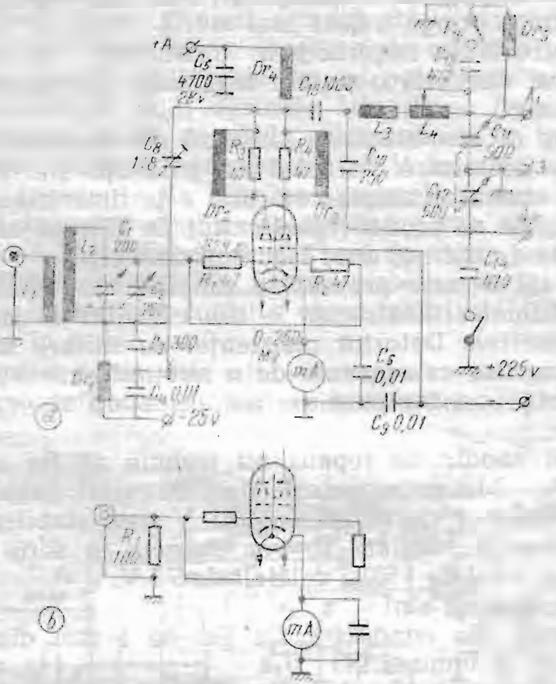


FIG. 411

trice la ieșirea amplificatorului. Condensatorul de ieșire al circuitului C_{11} și C_{12} este un agregat dublu de condensatoare, cu o capacitate variabilă. Condensatorul este bine să nu fie cu gabarit mic, din tipurile folosite în aparatele de radio moderne, ci un model mai vechi, întrucît acestea au o distanță mai mare între plăci. Comutatorul P cuplează la condensatoarele de ieșire ale circuitului C_{11} — C_{12} condensatoarele suplimentare C_{13} și C_{14}, care s-ar putea să fie necesare la adaptarea ieșirii cu o sarcină de mică impedanță în benzile de 40 și 80 m. Dacă ieșirea simetrică nu este necesară, atunci condensatoarele C_{12} și C_{14} pot fi excluse din schemă, legînd la pămînt rotorul condensatorului C_{10}. Se poate monta o punte în clemele ieșirii A_2 și A_3. În cazul cînd este ne-

cesară o ieșire simetrică, se scoate puntea, iar sarcina se conectează la clemele A_1 și A_2.

Tensiunea anodică a amplificatorului este de 1 000 V. Deși această valoare depășește datele normale (pentru un regim de generare continuă) ea nu prezintă nici un pericol pentru tub, atît din punct de vedere al străpungerii (la o modulație anodică tensiunea anodului atinge valori mai mari), cît și al supraîncălzirii anodului, întrucît la amplificarea semnalului cu bandă unică, amplificatorul dezvoltă o putere maximală instantanee numai în unele momente.

Atît timp cît amplitudinea tensiunii de excitație nu depășește tensiunea de polarizare, curentul de grilă lipsește. Puterea necesară pentru excitarea amplificatorului este determinată în special de pierderile ce se produc în circuitul de intrare al amplificatorului; ea este de ordinul unor fracțiuni de watt.

În fig. 411 *b* este prezentată schema simplificată a intrării acestui amplificator. Rezistența R_1 din circuitul de intrare trebuie să fie neinductivă. Datorită rezistenței de intrare mici a amplificatorului, nu mai este nevoie de o neutrodinare a etajului, deși puterea cerută pentru pornirea amplificatorului crește pînă la 3 . . . 3,5 W.

Curentul anodic de repaus nu trebuie să fie mai mare de 12 . . . 15 mA. Miliampermetrul din circuitul catodic este de 250 mA. Tensiunea de ecran de 225 V este stabilizată. Pentru obținerea acestei tensiuni se vor conecta în serie două tuburi stabilizatoare, unul de 150 și celălalt de 75 V.

Datele bobinelor sînt:

L_1—4 spire din conductor Cu Em de 1 mm diametru, lîngă capătul „rece" al bobinei L_2;

L_2—30 spire de 1 mm diametru, cu priză la spira a 15-a, diametrul carcasei fiind 25 mm, iar lungimea bobinajului 50 mm;

L_3—4 spire din conductor Cu Em de 2 mm diametru, fără carcasă, diametrul bobinei fiind 25 mm, iar lungimea 30 mm;

L_4 — bobina cu inductanță variabilă. Inductanța este egală cu 12 mH. Se poate înlocui cu o bobină cu prize și comutator.

Amplificatorul debitează o putere de vîrf de 70 . . . 90 W, în funcție de banda de lucru. Poate fi folosit și ca amplificator linear de oscilații modulate în amplitudine, precum și pentru amplificarea semnalelor telegrafice. În ultimul caz este mai convenabil ca amplificatorul să lucreze în regim de clasă C, mărindu-se tensiunea de polarizare și tensiunea de excitație.

Amplificator de putere — anexă la un excitator universal. Amplificatorul se prezintă ca o construcție independentă, în cutie

separată, și este destinat pentru amplificarea atît a semnalelor cu o bandă laterală unică, cît și a semnalelor telegrafice și a celor modulate în amplitudine, în benzile de la 10 m la 80 m (fig. 412).

Printr-un comutator, la grila unui tub amplificator 813 sau GU-13 se conectează bobina L_2 cuplată inductiv cu bobina L_1. În regim de amplificare a unui semnal B.L.U. întrerupторul P_2 este închis, iar grila primește o tensiune de polarizare de la un tub stabilizator tip SG16R (tensiunea de polarizare necesară = 90 V). La amplificarea unor semnale telegrafice (regim de clasă C), întrerupătorul P_2 se deschide, obținîndu-se o tensiune de polarizare suplimentară de aproximativ 50 V în contul curentului de grilă de pe rezistența R_2. Mărimea normală a curentului este de cca 15 mA. În cazul cînd se folosește un tub stabilizator tip SG4S, se poate ca, în regim de clasă C, să se aplice pe grilă toată tensiunea stabilizată (—150 V). Pentru stabilizarea unei tensiuni de ecranare de 750 V sînt folosite cinci tuburi stabilizatoare tip SG4S, conectate în serie.

Circuitul grilei-ecran este alimentat prin rezistența R_5 de la o sursă de tensiune anodică. Cînd se lucrează în regim de clasă

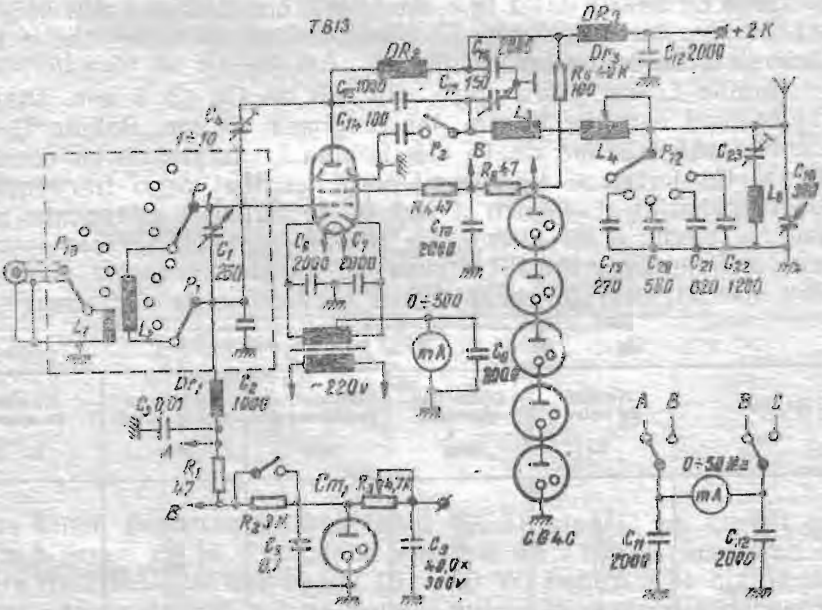


FIG. 412

AB_1 sau AB_2 curentul grilei-ecran nu este mare, tensiunea fiind 750 V. În cazul unei funcţionări în regim de clasă C, creşterea tensiunii de excitaţie duce la o mărire a curentului grilei-ecran şi la o mare cădere a tensiunii pe rezistenţa R_6. Stabilizatoarele, în acest caz, se sting, iar tensiunea pe grila-ecran se coboară pînă la 400 ... 450 V, exact atît cît este necesar pentru un regim de clasă C.

Circuitul anodic este executat după o schemă în π. Condensatorul C_{14} se conectează prin comutatorul P_3, atunci cînd se lucrează în banda de 80 m. În locul bobinei cu inductanţă variabilă (rotativă sau cu cursor) se poate folosi o bobină cu prize şi cu comutator de benzi, prizele determinîndu-se experimental. Condensatorul C_{18}, împreună cu condensatoarele $C_{19} ... C_{22}$ conectate prin comutatorul P_{12}, servesc la schimbarea legăturii cu antena.

Miliampermetrul de 50 mA se conectează la rezistenţele R_3 sau R_5 din circuitul grilelor de comandă şi ecran.

Condensatoarele C_{13}, C_{15} şi C_{16} trebuie să fie dimensionate pentru o tensiune de lucru de 5 kV, iar la folosirea unei modulaţii anodice de ecran, pentru 10 kV. Condensatoarele C_{10}, C_{12}, C_{14}, C_{19}, C_{22} sînt pentru 2,5 kV. Distanţa dintre plăcile condensatorului C_{17} trebuie să permită suportarea unei tensiuni de radiofrecvenţă de 2—3 kV, iar la o modulaţie anodică, sau una anodică şi pe ecran, pînă la 5 kV. Condensatorului C_{18} i se cere o tensiune de lucru de 3—4 ori mai mică.

Bobina L_3 are patru spire, din tub de Cu ∅ 5 mm. Diametrul bobinei este de 30 mm, iar lungimea 40 mm. Bobina L_4 are o inductanţă maximă de 15 μH. Bobina L_5, împreună cu condensatorul C_{23} formează un circuit serie, acordat pe o frecvenţă a telecentrului local. Pentru a reduce perturbările provocate televiziunii, circuitul de alimentare trebuie ecranat, iar radioemiţătorul trebuie conectat la reţeaua de curent alternativ printr-un filtru special, care să bareze calea oscilaţiilor de radiofrecvenţă.

Tabelul 51

Banda m	Număr de spire L_2	Diametrul carcasei mm	Diametrul conductorului mm	Lungimea bobinajului mm	Număr de spire L_1
80	32	25	1,2	50	5
40	18	20	1,2	30	3
20	10	16	1,5	32	2
15	7	16	1,5	22	1,5
10	5	16	2,0	16	1,0

Elementele bobinelor circuitului de intrare, pentru toate benzile, sînt indicate în tabelul 51. Bobinele de şoc Dr_1 şi Dr_2 au o inductanţă de 2...2,5 mH, iar bobina Dr_3, aproximativ 150 μH.

Condensatorul de neutrodinare C_4 se acordează, în lipsa unei tensiuni anodice şi de ecran, după energia minimă de radiofrecvenţă care pătrunde din circuitul de grilă.

La o amplificare a oscilaţiilor modulatoare în amplitudine, comutatorul P_2 este închis şi amplificatorul funcţionează într-un regim linear. La o modulaţie anodică şi de ecran se comută în regim de clasă C.

Amplificator de putere cu grila conectată la masă. Acest amplificator funcţionează cu o pentodă GK-71, toate cele trei grile ale acesteia fiind legate direct la masă (fig. 413). Filamentul tubului GK-71 absoarbe un curent de 3 A, ceea ce simplifică mult construirea bobinei de încălzire, care se realizează pe o carcasă pătrată, cu latura de 40 mm. Bobinajul se face cu două fire concomitent, cu diametrul de 1,5 mm. Bobina are 75 perechi de spire. La o extremitate este conectat filamentul tubului, iar la cealaltă, bobinajul secundar al transformatorului de încălzire. Rezistenţa de intrare a amplificatorului are aproximativ 200 ohmi. Circuitul penultimului etaj se execută după o schemă în π, pentru o adaptare comodă a ieşirii cu intrarea etajului final al amplificatorului.

La o tensiune anodică de 1 500 V, curentul anodic de repaus al tubului este de 10—12 mA. Amplificatorul posedă o linearitate

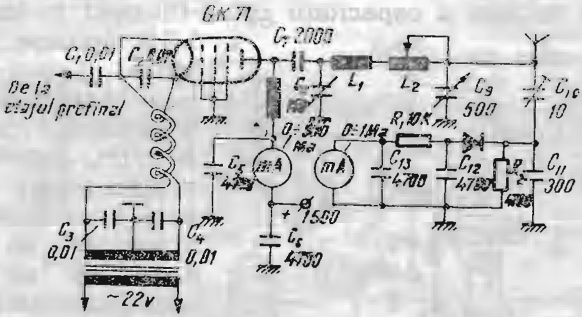


FIG. 413

foarte bună. Pentru a încărca tubul GK-71 pînă la un curent de 140 mA (ceea ce la o tensiune anodică de 1 500 V înseamnă o putere de 210 W) se cer numai 15...20 W. Pentru a se obţine un curent anodic de 300 mA se cere o putere de excitaţie de patru ori mai mare.

Bobina L_1 are trei spire din ţeavă de cupru cu ∅ 5 mm. Diametrul bobinei este 40 mm, iar lungimea ei 30 mm. Bobina L_2 are o inductanţă variabilă de maximum 12μH.

Amplificatorul are un indicator la ieşire (voltmetru de radiofrecvenţă) care facilitează acordarea circuitului anodic şi o corectă adaptare cu antena.

În circuitul anodic al amplificatorului este conectat un miliampermetru de 500 mA pentru controlul circuitului anodic al tubului.

Amplificator linear pentru un radioemiţător de categoria I. Amplificatorul se poate folosi la amplificarea unor semnale cu bandă laterală unică, cu modulaţie de amplitudine şi telegrafice, fără a se recurge la comutări. La o putere de alimentare de 200 W, puterea utilă de radiofrecvenţă debitată este de 120...130 W.

Amplificatorul funcţionează cu două pentode de tip LS 50 sau ГU-50 după schema cu grilele conectate la masă. Tuburile sînt folosite ca triode cu coeficient mare de amplificare, funcţionînd la potenţialul zero pe grila de comandă.

Schema amplificatorului este prezentată în fig. 414. Datorită acestei scheme, cu trei grile conectate la masă, amplificatorul nu conţine piese multe şi costisitoare şi este foarte simplu din punct de vedere constructiv şi ca reglare. În afară de aceasta, amplificatorul nu necesită o tensiune de polarizare şi de ecran.

Mulţumită faptului că tuburile au catod, s-a putut evita folosirea unui şoc de radiofrecvenţă pe circuitul de încălzire. Acţiunea de şuntare a capacităţii catod-filament în banda de 14 MHz aproape că nu se simte. Totuşi, în cazul unei insuficiente tensiuni de excitaţie în banda de 28 MHz, ar putea să apară necesitatea conectării unei mici bobine de şoc în circuitul de încălzire. Rezistenţa de intrare a amplificatorului este de 50...70 ohmi, ceea ce permite să fie conectat la un excitator cu un segment de cablu coaxial cu aceeaşi caracteristică.

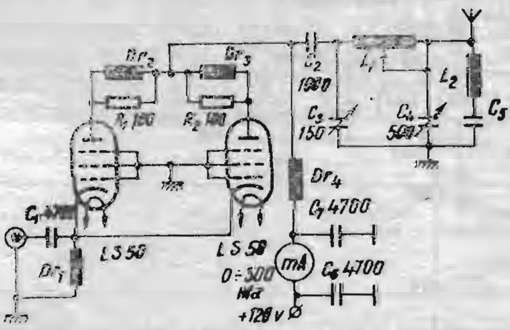


FIG. 414

Pentru a se atinge în circuitul anodic al tubului un curent de 200 mA, la o tensiune anodică de 1 200 V, se cere o putere

de excitaţie de 7 ... 10 W. Curentul de repaus are cîţiva mA. Puterea de vîrf poate ajunge la o amplificare de semnale cu bandă laterală unică pînă la 400 W, fără pericol pentru tuburi, întrucît puterea medie aplicată va fi de aproximativ 200 W. Bobina de şoc Dr_1 cu o inductanţă de circa 300 ... 500 μH, trebuie să fie calculată pentru un curent de 200 ... 250 mA. Bobinele de şoc Dr_2 şi Dr_3 servesc pentru prevenirea autoexcitării amplificatorului pe frecvenţe ultraînalte şi au fiecare cîte 10 spire din conductor de 1 mm diametru, bobinate pe rezistenţele R_1 şi R_2, ce au o putere de 1 W. Bobina anodică de şoc (pentru un curent de 250 mA) trebuie să funcţioneze bine pe frecvenţele de 3,5 ... 28 MHz.

Circuitul în serie L_2C_5 se acordează pe frecvenţa telecentrului local. Cu o bună ecranare şi izolare de reţeaua de alimentare, amplificatorul nu creează practic perturbaţii televiziunii.

Datorită simplităţii sale şi performanţelor foarte bune, acest amplificator poate fi recomandat unui cerc larg de radioamatori.

Amplificator linear cu tub 813. O schemă ceva mai neobişnuită a fost propusă de radioamatorul neozeelandez Lester Ernschow (ZL1AAX).

După cum se vede (fig. 415), în circuitul grilei de comandă este conectată o rezistenţă mare, R_1, care s-ar părea că nu este bună pentru un amplificator linear. La grila-ecran este conectat anodul tubului de reglare L_2 tip 6L6C.

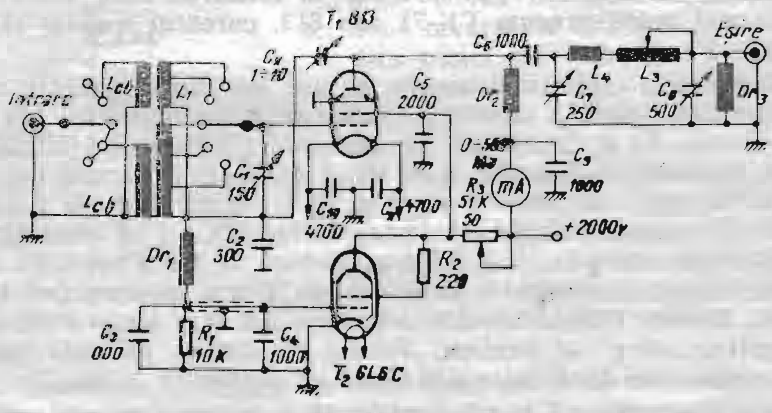


FIG. 415

Schema funcţionează în felul următor: în lipsa unei tensiuni de excitaţie, polarizarea pe grila tubului 6L6C este egală cu zero.

Tubul reprezintă o mică rezistenţă, cu care este conectată în serie rezistenţa R_3, al cărei capăt opus este legat în serie cu sursa tensiunii anodice. La acest divizor, de tensiune, este conectată grila-ecran a tubului 813. Tubul 6L6C este deschis, de aceea prin el trece un curent destul de mare, iar tensiunea grilei-ecran este mică. De asemenea şi curentul anodic este mic (20 . . . 30 mA).

La apariţia tensiunii de excitaţie, în circuitul grilei de comandă a tubului 813 începe să treacă un curent care creează pe rezistenţa R_1 o tensiune negativă faţă de masă. Această tensiune este aplicată pe grila de comandă a tubului 6L6C. Rezistenţa ei la curent continuu se măreşte odată cu creşterea tensiunii de polarizare, iar tensiunea pe divizor se redistribuie. Tensiunea de ecran a tubului 813 se măreşte, crescînd şi curentul anodic.

Creşterea curentului anodic este însă proporţională cu creşterea tensiunii de excitaţie, deci caracteristica amplificatorului este lineară.

Acest montaj are aceeaşi influenţă asupra sarcinii penultimului etaj, ca şi un amplificator cu un tub care funcţionează cu o tensiune negativă pe grilă. O tensiune prea mare de excitaţie contribuie la trecerea amplificatorului într-un regim de clasă C. La o tensiune anodică de 1 500 V, curentul grilei nu trebuie să depăşească 2 . . . 2,5 mA.

În această schemă pot fi întrebuinţate tuburi de tip ГК-71, LS-50, 6146, ГУ-50, 807, 829 B, ГУ-29 şi altele. La folosirea unui tub de putere mijlocie (829 B, LS 50), curentul static în rezistenţa R_3 trebuie să aibă 15 . . . 20 mA, iar la folosirea unor tuburi de putere mai mare, precum ГК-71 sau 813, curentul trebuie să fie de 30 . . . 50 mA.

Elementele circuitului anodic se pot lua din descrierea construcţiei anterioare, a amplificatorului excitator universal (cu tub 813). Bobina L_1 a circuitului de grilă are 25 spire din sîrmă de 1 mm, diametru, înfăşurate spiră lîngă spiră pe o carcasă cu diametrul 30 mm, cu priza la spira a 12-a, socotind de la capătul „rece" al bobinei. Bobina de cuplaj, înfăşurată tot la acest capăt, are trei spire cu diametrul 0,6 mm. Bobina L_2 are 8 spire cu diametrul 1,5 mm. Diametrul bobinei este de 30 mm, iar lungimea înfăşurării, 25 mm. Prizele se află la spira a 2-a şi a 4-a, socotind de la capătul „rece" al bobinei. Bobina de cuplaj, montată tot la acest capăt, are două spire din sîrmă cu diametrul 1 mm.

Există o variantă puţin modificată a schemei acestui amplificator. El se deosebeşte (fig. 416) prin modul de alimentare cu tensiunea negativă a tubului de comandă. Dacă în schema anterioară această tensiune se debita în contul unei redresări a cu-

rentului de radiofrecvență de către sectorul grilă-anod al tubului generator, aici, pentru acest scop există o diodă specială.

La o tensiune anodică de pînă la 2 kV, tubul funcționează pe grila de comandă cu un potențial zero (static), curentul ano-

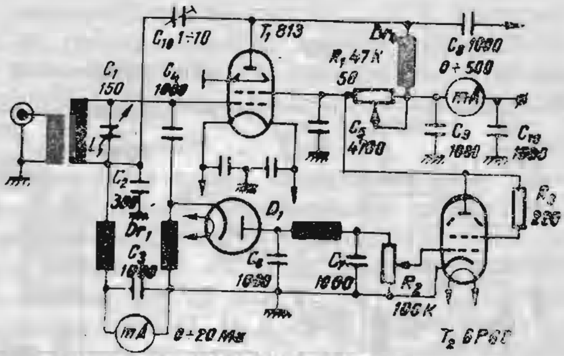


FIG. 416

dic de repaus fiind 25 . . . 30 mA. La o creștere a tensiunii pînă la 3 kV, se cere o tensiune de polarizare de circa —12 V.

În locul unui tub electronic diodă se poate folosi o diodă cu cristal, de preferat cu o caracteristică lineară. Dioda trebuie să reziste la o tensiune inversă de 200 V.

Din punct de vedere al linearității și al pretențiilor față de tensiunea de excitație, ambele scheme sînt practic egale.

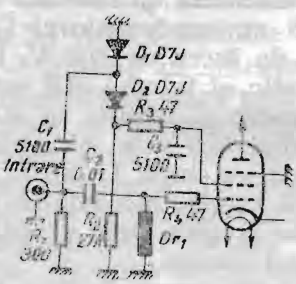


FIG. 417

În fig. 417 este prezentată o altă schemă, cu tensiuni de ecran. Schema în sine este un amplificator obișnuit, cu intrare pasivă. De la sursa generatorului tensiunii de excitație este alimentat un redresor cu dublare de tensiune, cu două diode, tip D7J.

Tensiunea redresată se aplică pe grila de comandă și este proporțională cu tensiunea de excitație. Circuitul anodic al amplificatorului se construiește după o schemă obișnuită.

Amplificator cu grilă conectată la masă și cu un tub electronic de reglare. Schema obișnuită a unui amplificator cu grila

conectată la masă este completată cu un tub, 6L6, care debitează o tensiune de blocare pentru tubul GK-71, în momentul aplicării tensiunii de excitaţie (fig. 418). În această schemă, tubul regulator este montat altfel decît în cele două scheme anterioare. Tubul se conectează în serie cu sursa tensiunii de alimentare a grilei-ecran. Catodul tubului 6L6 se leagă la masă printr-o re-

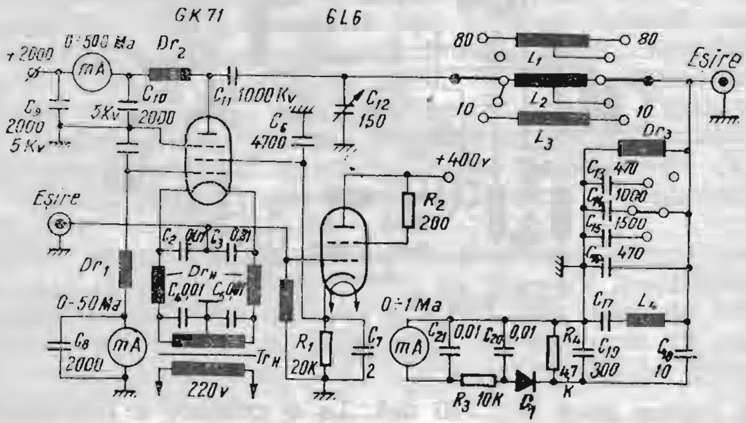


FIG. 418

zistenţă R_1 şi tot la acelaşi catod se conectează grila-ecran a tubului GK-71. Rezistenţa R_1 este şuntată cu condensatorul C_7 cu o capacitate de 2,2 µF, cu o tensiune de lucru de 600 V. În absenţa tensiunii de excitaţie curentul anodic al tubului 6L6 este aproape de zero, deoarece în circuitul catodic al tubului se află o rezistenţă mare. Întrucît curentul în tubul 6L6 este mic, tensiunea de grilă-ecran a tubului GK-71 este şi ea mică. La apariţia tensiunii de excitaţie, curentul tubului 6L6 creşte, mărindu-se şi tensiunea de ecran a tubului GK-71. Aceste creşteri fiind proporţionale, amplificatorul posedă o caracteristică lineară.

Tensiunea de 400 V, de alimentare a grilei-ecran, trebuie să aibă o stabilitate de cel puţin 10 . . . 15%.

Circuitul anodic al amplificatorului este de tip „π". Pentru o acordare comodă, în schemă există un indicator al tensiunii de ieşire.

Datele bobinelor din circuitul anodic sînt :

L_1 pentru 80 şi 40 m are 20 spire din sîrmă cu ∅ 2 mm, diametrul bobinei este 65 mm, iar lungimea bobinajului 100 mm, priza de la spira a 10-a.

L_2 20 şi 14 m, nouă spire din tub cu ∅ 5 mm, lungimea 85 mm, diametrul pe axul ţevii 35 mm, priza de la a 6-a spiră.

L_3, 10 m, patru spire din bară de cupru de 10×2 mm, diametrul bobinei 35 mm, lungimea 70 mm.

Bobina de şoc din circuitul de încălzire, ca şi în schemele anterioare, se poate face fie fără miez, fie pe un inel toroidal din ferită cu o permeabilitate de cca 25 . . . 100. Folosirea acestui miez permite să se reducă numărul spirelor, simplificînd astfel construirea şi reducînd pierderile tensiunii de încălzire. Se micşorează şi gabaritul bobinei. Diametrul inelului trebuie să fie de 50 . . . 80 mm.

Amplificator cu o triodă metalo-ceramică. Trioda din metal şi ceramică de tip GI-7B este destinată pentru generarea şi amplificarea unor oscilaţii cu o frecvenţă de pînă la 2 700 MHz, atît în regim permanent, cît şi în regim cu impulsuri. Panta caracteristicii tubului are 22 mA/V. Pe anodul tubului se înşurubează un radiator special, la a cărui radiere mai intensă anodul poate disipa o putere pînă la 350 W. Această valoare se coboară pînă la 80 W fără vreo răcire întreţinută, ceea ce este suficient pentru a se construi un emiţător de categoria I cu o putere de 200 W. În schemă s-a prevăzut ca trioda GI-7B să funcţioneze cu grila conectată la masă. Tensiunea de polarizare are —40 ; —50 V, în funcţie de tensiunea anodică şi de panta caracteristică a acestui tub. În circuitul de încălzire, tubul absoarbe un curent de 2,1 A, la o tensiune de 12,6 V.

Schema amplificatorului este prezentată în fig. 419. Grila este conectată la masă pentru semnalele de radiofrecvenţă, prin condensatorul C_1. Catodul tubului, conectat la filament, se găseşte la un potenţial de radiofrecvenţă. Bobina de şoc din circuitul de încălzire trebuie să fie calculată pentru curentul de încălzire plus curentul anodic. Din punct de vedere al construcţiei, bobina poate fi la fel cu cea a tubului GK-71, descrisă mai înainte.

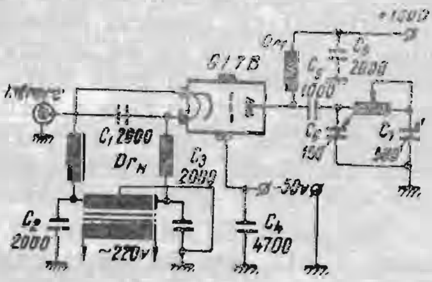


FIG. 419

Transformatorul de încălzire trebuie să dea ceva mai mult de 12,6 V, pentru a compensa scăderea tensiunii în bobina de încăl-

zire. Datele pentru circuitul anodic se pot lua din construcţiile prezentate mai sus.

Datorită dimensiunilor sale mici, tubul este foarte potrivit pentru radioemiţătoare de gabarit redus. Temperatura anodului în timpul funcţionării nu trebuie să treacă peste 150...160°C. Pentru a aduce tubul pînă la o putere de 200 W, cu tensiunea anodică de 1 500 V, este necesară o putere de excitaţie de numai 10...13 W. În banda de 10 m tubul generează aceeaşi putere ca şi în banda de 80 m, fapt care îl deosebeşte avantajos de tuburile egale ca putere, dar de construcţii mai vechi.

Amplificator linear cu grila conectată la masă, cu tuburi G-811 sau OT100. Amplificatoarele lineare de semnale cu bandă laterală unică, cu tuburi de tip G-811 sau OT100, au dobîndit o largă popularitate printre radioamatori.

Tubul G-811 sau OT100 este o triodă cu un mare coeficient de amplificare şi cu o caracteristică dreaptă. Tuburile au fost construite pentru a fi folosite mai ales în modulatoarele unor radioemiţătoare de putere mijlocie. Ele s-au dovedit a fi bune şi în amplificatoarele lineare ale semnalelor cu bandă laterală unică după schema cu grila la masă. Nivelul relativ al radiaţiilor secundare, obţinut cu aceste tuburi, nu este mai mare ca la tuburile de radiofrecvenţă speciale.

În afară de aceasta, tuburile funcţionează cu o polarizare nulă pe grilă, nemaifiind necesară o sursă de tensiune de polarizare.

Curentul anodic al tubului, la o amplificare a unui semnal B.L.U., atinge o valoare destul de mare, pînă la 200 mA. Atunci cînd se leagă în paralel cîteva tuburi, curentul anodic creşte proporţional cu numărul tuburilor, ceea ce este echivalent cu folosirea unui tub cu un impuls mare al curentului anodic, la o tensiune anodică nu prea mare (1 500 V). Un tub de acest fel, după cum se ştie, nu cere o rezistenţă echivalentă mare a sarcinii anodice. Acest avantaj, ca şi capacitatea mică de intrare a tubului, facilitează mult funcţionarea în benzile de 10...15 m, în care este foarte greu să se creeze o rezistenţă echivalentă mare.

Rezistenţa de intrare, într-o schemă cu grila la masă, a două tuburi G-811 este de aproximativ 150 ohmi, iar a patru tuburi, de 75 ohmi. Acest lucru permite folosirea unui cablu coaxial corespunzător pentru debitarea tensiunii în amplificator.

În fig. 420 este prezentată schema unui amplificator cu două tuburi G-811 sau OT100. Construcţia majorităţii elementelor din schemă a fost descrisă mai înainte. R_1 este un releu de antenă.

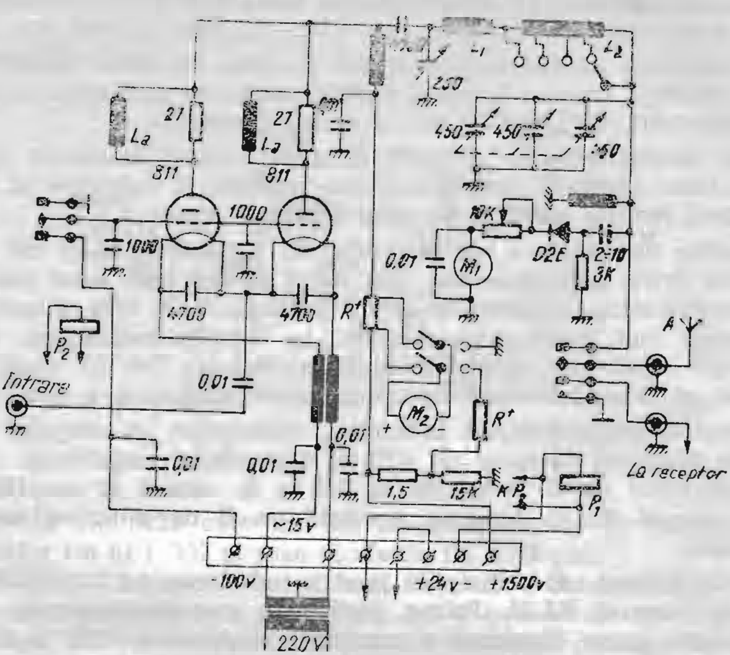


FIG. 429

In regim de emisie el cuplează antena la ieşirea amplificatorului şi trece intrarea radioreceptorului la masă. În regim de recepţie cuplează antena la intrarea radioreceptorului. Releul R₂, în regim de recepţie închide tuburile amplificatorului, cu o tensiune negativă mare, pentru a preveni perturbaţiile produse de tuburi datorită curentului iniţial. În regim de emisie, grilele tuburilor sînt scurtcircuitate la masă.

Cînd montajul şi ecranarea sînt executate cu respectarea regulilor generale, amplificatorul funcţionează cu un mare randament în toate benzile de unde scurte.

Mărirea eficacităţii radioemiţătoarelor

La amplificarea unui semnal cu bandă laterală unică, cel mai important lucru este că amplitudinea semnalului nu rămîne constantă. Valoarea instantanee a amplitudinii unui semnal B.L.U.

este proporţională cu amplitudinea instantanee a tensiunii modulatoare.

Tensiunea modulatoare variază în timp, în limite apreciabile. Caracteristica acestei însuşiri a semnalului de audiofrecvenţă are doi parametri : factorul de vîrf şi banda dinamică.

Se numeşte factor de vîrf al unui semnal telefonic (p) raportul între valoarea maximă a unei tensiuni şi valoarea sa medie (efectivă) într-un interval de timp destul de mare.

Gama dinamică a vorbirii este de aproximativ 40 dB, adică raportul între tensiunea cea mai mare şi cea mai mică este 100. În comunicaţiile comerciale şi de amatori, mai ales atunci cînd cuvintele sînt pronunţate desluşit în faţa microfonului, banda dinamică a vorbirii poate fi mult micşorată. Tot în acest scop servesc şi modulatoarele cu comprimare dinamică a semnalului.

Pentru îmbunătăţirea indicilor energetici ai etajului final, trebuie micşorat factorul de vîrf al semnalului amplificat. Astfel, dacă factorul va fi redus de la 3,3 la 2, atunci la amplificarea unui semnal B.L.U. puterea debitată va fi de aproape trei ori mai mare.

Există două căi principale pentru reducerea factorului de vîrf al unui semnal B.L.U. Prima, indirectă, constă în aceea că se micşorează gama dinamică a tensiunii modulatoare de audiofrecvenţă. A doua metodă se rezumă la o micşorare a factorului semnalului B.L.U. însuşi, prin limitarea lui.

În practica radioamatorilor se folosesc de cele mai multe ori două metode de comprimare a unei benzi dinamice a tensiunii modulatoare : o delimitare bilaterală simetrică şi o reglare automată a amplificării, în funcţie de nivelul semnalului de intrare. Prima metodă se obişnuieşte a se numi simplu, „delimitare", a doua, de „comprimare". În acest caz timpul de încărcare a circuitului va fi de ordinul a cîtorva milisecunde, iar timpul de descărcare de la 0,5 la 2 . . . 3 secunde.

În fig. 421 este prezentată una din schemele cu comprimarea semnalului. Semnalele de audiofrecvenţă amplificate de o triodă sînt detectate şi, la polaritate negativă, încarcă un condensator cu capacitatea 1 μF, care se descarcă treptat printr-un rezistor de 1 megaohm. Tensiunea negativă de reglare se aplică concomitent pe două grile de comandă ale unui tub 6A2P, pentru a se mări eficienţa reglării.

Cîteodată tensiunea de reglare se aplică pe grilele de comandă ale unor pentode cu pantă variabilă (6K1P, GK3 şi altele) sau pe grilele-ecran.

În continuare sînt date cîteva scheme de compresoare dinamice, cu tranzistoare, folosite ca preamplificatoare în circuitul de audiofrecvență.

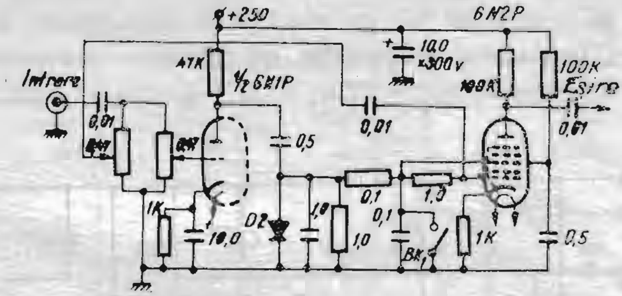


FIG. 421

— În fig. 422 este un compresor dinamic ce folosește un tranzistor tip EFT 353 și șase diode de tip EFD 108.

Montajul trebuie bine ecranat împotriva curentului de radiofrecvență. Intrarea este prevăzută cu o bobină de șoc de radiofrecvență SRF și decuplată prin condensatorul ceramic de 50 pF.

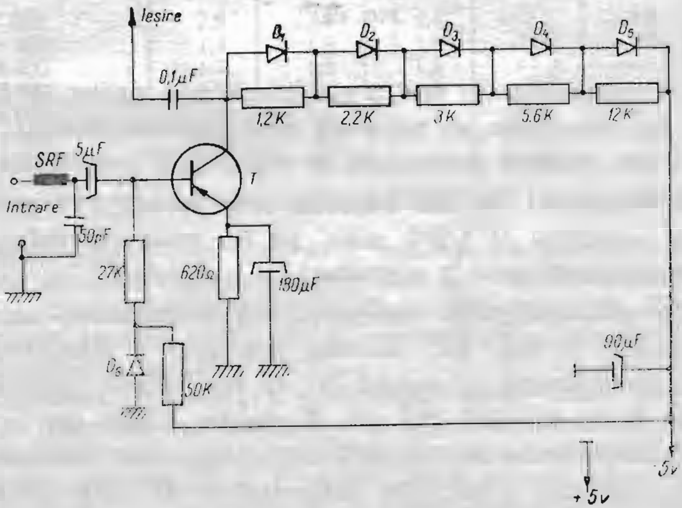


FIG. 422

— Un preamplificator-compresor este prezentat în fig. 423 şi foloseşte două tranzistoare de tip BC 109 şi două diode de tip OA85.

Pentru un semnal de 0,005 V ... 0,020 V se obţine la ieşire un semnal de cca 0,060 V, cu efectul de compresie destul de pronunţat. Comutatorul K permite fie trecerea semnalului prin compresor, fie direct.

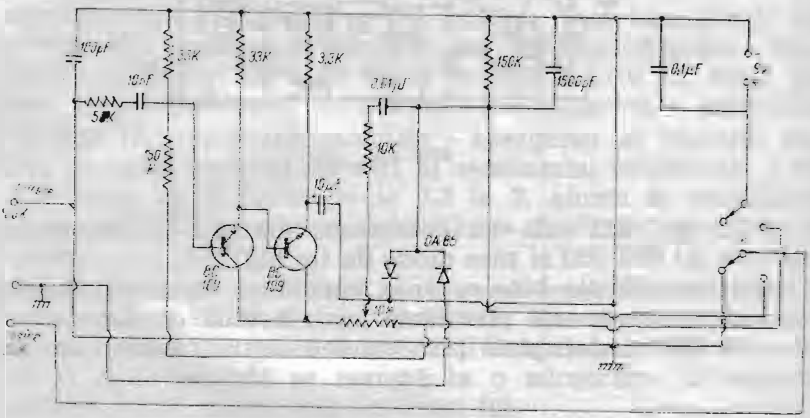


FIG. 423

— Un compresor cu trei tranzistoare este expus în fig. 424. Gradul de compresie se reglează prin potenţiometrul P_1 de 50 kohmi, iar volumul semnalului la ieşire prin potenţiometrul P_2.

Transformatorul Tr_1 are raportul 1/3, bobinajul I avînd 500 spire, iar bobinajul II 1 500 spire, pe un miez obişnuit, pentru transformatoare utilizate în aparatură cu tranzistoare.

— Un preamplificator compresor cu o deosebită eficacitate este prezentat în fig. 425. Schema foloseşte 7 tranzistoare de fabricaţie românească şi străină. T_1 de tip P4O3A (sovietic). T_2, T_4, T_6, T_7, T_8 de tip EFT 323 alb, T_3 de tip AS469 iar T_4 de tip AS433. Tranzistoarele de tip EFT vor fi din cele cu punct alb. În tabelul 52, sînt prezentate distorsiunile şi caracteristica de frecvenţă.

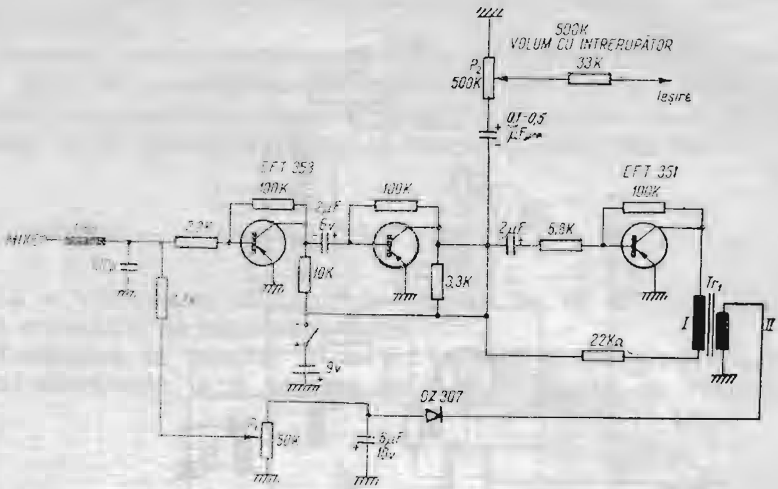


FIG. 424

Tabelul 52

F (frecvenţa) Hz	Distorsiuni % pentru V la intrare			Caracteristica de frecvenţă Abatere în dB faţă de 1000 Hz		
	0,05 mV	0,5 mV	5 mV	0,05 mV	0,5 mV	5 mV
200	2,5	2,4	2,4	—2	—1,3	—1,2
300	1,4	1,6	1,6	—0,8	—0,5	—0,4
1 000	1,2	1,3	1,5	—	—	—
2 000	**1,0**	1,2	1,5	— 0,2	—	—
3 000	0,9	1,2	1,5	—0,5	—0,4	—0,5
4 000	0,8	1,1	1,4	—1,4	—1,6	—1,6
10 000	0,7	1,1	1,3	—7,0	—6	—5

Caracteristica de frecvenţă optimă s-a stabilit pentru un domeniu de frecvenţă de la 300 la 3 000 Hz. Prin scoaterea din circuit a condensatorului de 60 nF, caracteristica de frecvenţă se liniarizează pînă la 20 000 Hz şi compresorul poate fi folosit pentru compresie muzicală.

Limitatorul echipat cu cele două diode D226 are rolul de a limita impulsul de comandă care depăşeşte nivelul semnalului util. Durata acestuia este scurtă şi nu poate fi sesizată de ureche. Rezistenţa diferenţială a diodelor D226 începe să se manifeste la un $U_{ef}=0,3$ V, de aceea se reglează tensiunea semnalului util

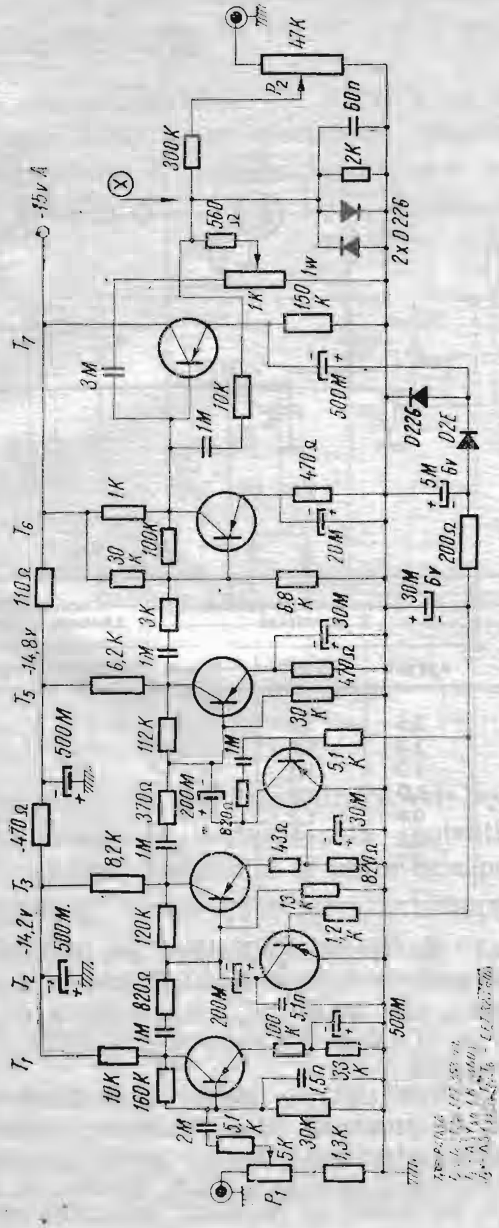


FIG. 425

la 0,28 V, pentru a preveni distorsionarea semnalului peste valorile indicate.

Raportul semnal-zgomot este de 51 dB la frecvența de 1 000 Hz fără filtru de ponderație. În tabelul următor sînt evidențiate tensiunile corespunzătoare unor tensiuni de intrare luate în considerare și în tabelul anterior, la frecvența de 1 000 Hz.

V intrare	*V ieșire*
0,05 mV	0,14 V
0,5 mV	0,19 V
5 mV	0,28 V

La o variație a tensiunii de intrare de 40 dB se obține la ieșire o variație de maximum 6 dB.

Tensiunea în punctul X de pe schemă se va alege cu voltmetrul electronic la o valoare de 0,28 V ef., la un semnal de

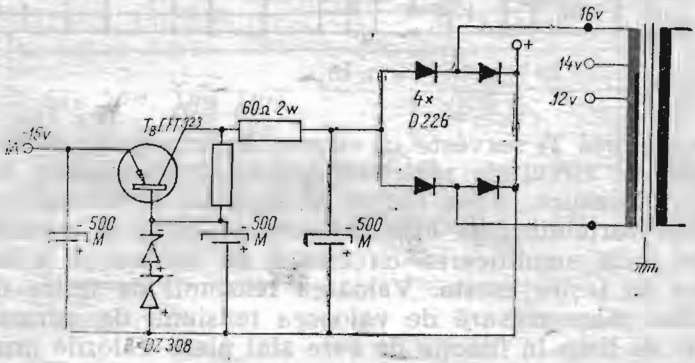


FIG. 426

intrare de 50 mV ef. și la frecvența de 1 000 Hz. Reglajul definitiv se efectuează cu P_3. Tranzistoarele AS433 și AS469, în lipsă, pot fi înlocuite cu EFT 353, cu punct alb.

În fig. 426 este prezentată schema alimentatorului stabilizat care poate asigura funcționarea compresorului în condiții optime.

În continuare, un compresor de dinamică la care se folosesc 5 tranzistoare, ultimul fiind un tranzistor BFW61. Celelalte 4 tranzistoare sînt de tip BC109 și, respectiv BC108. Schema de principiu este dată în fig. 427.

Potențiometrul P_1 servește la reglarea semnalului de intrare, iar P_3 de 100 Kohmi permite reglarea gradului de sensibilitate al primului etaj de amplificare. Amplificarea montajului este mare, ceea ce permite funcționarea în bune condiții chiar la

semnale foarte slabe. Circuitul de contrareacţie pentru compresia dinamică se realizează prin condensatorul fix C_9 de 0,22 µF pe emitorul celui de al doilea tranzistor T_2.

Tranzistorul T_4, pe lîngă funcţia de adaptare, amplifică semnalele care sînt aplicate tranzistorului final de tip FET, BFW61 prin dioda redresoare OA91 sau echivalentul românesc AA117.

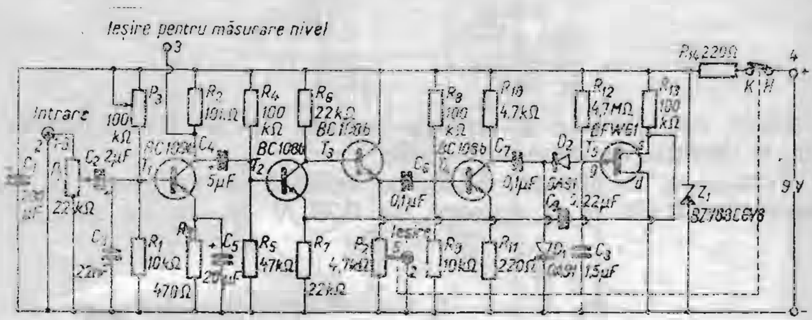


FIG. 427

Tranzistorul T_5 serveşte ca circuit de întîrziere, determinînd, în funcţie de circuitele rezistenţă-capacitate, constanta de timp a reglării dinamice. Vom obţine la capetele condensatorului C_7 o tensiune variabilă care este readusă pe emitorul tranzistorului T_2, astfel încît amplificarea circuitului se reduce pe măsură ce tensiunea de ieşire creşte. Valoarea tensiunii de ieşire depinde în cea mai mare măsură de valoarea tensiunii de intrare şi de constanta de timp în funcţie de care sînt alese valorile grupurilor rezistenţă-capacitate.

Valorile din schemă permit obţinerea unei compresii dinamice de cca 15 dB. Dioda OA91 serveşte la eliminarea eventualelor tensiuni de vîrf.

Montajul următor este un compresor cu tranzistoare şi generator de acord. Prezentat în fig. 428, este caracterizat printr-un grad înalt de compresie dinamică, un procent foarte redus de distorsiuni şi un generator de semnal pentru acordul emiţătorului.

Primul etaj, echipat cu tranzistorul E_1, este un preamplificator de microfon cu rezistenţă de intrare mare adaptată pentru microfon cu cristal, ceramic sau dinamic de impedanţă mare.

Grupul R_1, C_2 formează un filtru de radiofrecvenţă.

Curenţii de audiofrecvenţă amplificaţi sînt aplicaţi potenţiometrului R_4 de 5 Kohmi, cu care putem regla volumul acestora.

Cel de al doilea etaj, echipat cu tranzistorul E_2, formează treapta de compresie dinamică. Amplificarea acestui etaj este reglată prin grupul format de rezistența R_6 și condensatorul C_6 plasate în emitorul tranzistorului.

Următoarele două etaje, echipate cu tranzistoarele E_3 și E_4, au rolul de amplificatoare. La ieșirea ultimului etaj semnalele

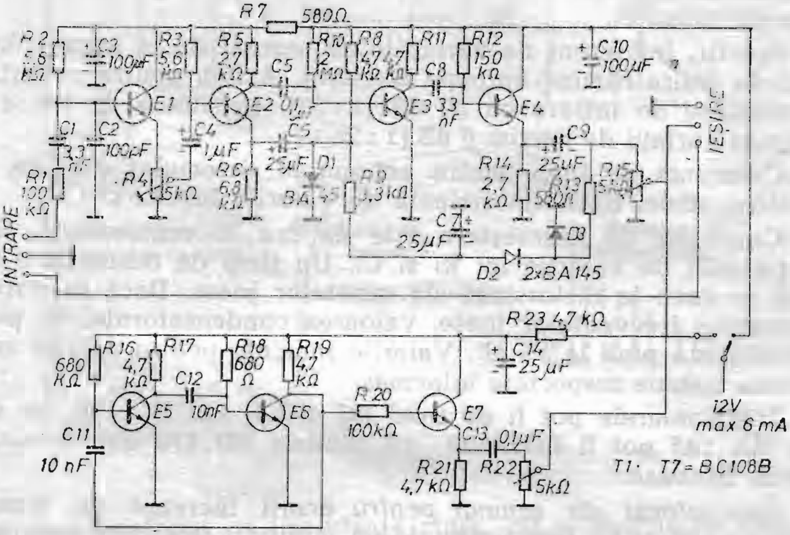


FIG. 428

de audiofrecvență amplificate se aplică la capetele potențiometrului R_{15} de 5 Kohmi, prin care se dozează volumul de audiofrecvență ce se aplică la ieșire, respectiv la intrarea de microfon a emițătorului. Din circuitul de emitor al ultimului tranzistor se preia o parte din curentul de audiofrecvență prin rezistența R_{13} de 580 ohmi și se aplică grupului de diode redresoare D_2, D_3. Curentul redresat este apoi nivelat prin condensatorul C_7 și aplicat prin rezistența R_9 de 3,3 Kohmi la capetele diodei D_1 conectată în serie cu condensatorul C_5 de 25 μF.

Dioda D_1 trebuie să prezinte o rezistență directă sub 10 ohmi și o rezistență inversă cît mai mare. În lipsa semnalului de audiofrecvență tensiunea negativă la capătul condensatorului C_7 și, respectiv, aplicată diodei D_1 este egală cu zero, rezistența directă a diodei conectează practic condensatorul C_5 la masă, iar amplificarea etajului echipat cu tranzistorul E_2 este maximă.

Pe măsură ce apar semnalele de audiofrecvenţă de la microfon, apare şi o tensiune negativă corespunzătoare la capetele lui C_7 şi, respectiv, la capetele diodei D_1. În funcţie de intensitatea semnalelor de audiofrecvenţă variază tensiunea negativă la capetele diodei D_1, care este blocată în funcţie de intensitatea semnalelor, deconectînd de la masă în aceeaşi măsură condensatorul C_5 şi, respectiv, reducînd mai mult sau mai puţin amplificarea în tranzistorul E_2.

Practic, indiferent de variaţiile de semnal de la intrare, semnalul de ieşire rămîne aproape constant. Astfel, pentru o variaţie de tensiune de intrare cu 30 dB (1 : 31), tensiunea de ieşire va prezenta variaţii de maxim 6 dB (1 : 2).

Constanta de timp pentru acţionarea sistemului este de cca 17 milisecunde, fiind determinată de valorile lui R_3 şi C_7.

Constanta de descreştere este de cca 35 milisecunde, fiind determinată de valorile lui R_9 şi C_7. Un timp de descreştere mai rapid ar duce la distorsiuni ale sunetelor joase. Dacă se doreşte favorizarea frecvenţelor joase, valoarea condensatorului C_3 poate fi modificată pînă la 15 nF. Valorile indicate pentru piesele componente trebuie respectate întocmai.

Tranzistoarele pot fi de tipul BC 108 B sau BC 108, iar diodele BA 145 pot fi înlocuite cu diodele BD 170 de fabricaţie I.P.R.S. Băneasa.

Generatorul de semnal pentru acord lucrează cu tranzistoarele E_5, E_6 şi E_7. Este vorba de un multivibrator care generează un ton dreptunghiular de 100 Hz (fig. 429 a) împreună cu o gamă întreagă de armonici. Grupul diferenţial (fig. 429 b), compus din C_{13}, R_{22}, permite trecerea fără atenuare a frecvenţelor superioare lui 300 Hz. Spectrul de frecvenţă generat de multivibrator şi folosit este cuprins între armonica 3 şi armonica 23, respectiv 300—2 300 Hz (fig. 429 c). Tonul produs se recepţionează „aah" şi este foarte util pentru acordarea emiţătorului B.L.U., metoda fiind superioară celor folosite în mod curent, de acordare cu una sau două note diferite. În figurile 429 c, d şi f sînt prezentate caracteristicile de frecvenţă şi amplitudinile notelor cuprinse în semnalul de la ieşire.

Un compresor relativ simplu, dar eficace este cel a cărui schemă de principiu este prezentată în fig. 430 şi foloseşte un circuit integrat de tip µA 741 şi un tranzistor de tip BC 107, ambele de fabricaţie românească.

Circuitul este relativ simplu. Circuitul integrat îndeplineşte atît funcţia de amplificator al curenţilor de audiofrecvenţă pro-

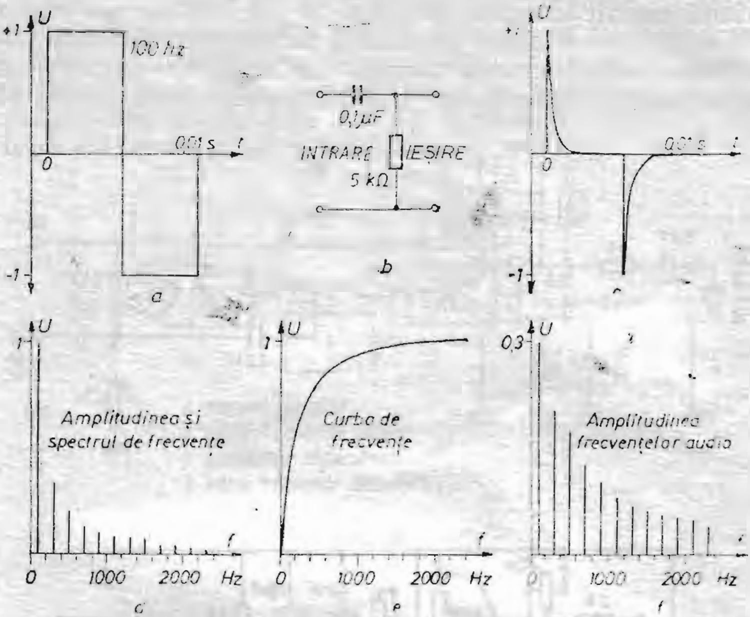


FIG. 429

duşi de microfonul cu impedanţă mare, cît şi funcţia de compresie dinamică.

Circuitul de reacţie pentru compresia dinamică este compus din potenţiometrul liniar P de 250 Kohmi şi cele două diode de tip BAY41 sau echivalentul românesc 1N4148.

Etajul următor, echipat cu tranzistorul BC 107, pe lîngă amplificare, introduce şi o corecţie de frecvenţă pentru favorizarea spectrului de frecvenţă util în B.L.U. şi anume, 300—3 000 Hz.

În fig. 431 este prezentat montajul pe circuitul imprimat văzut de jos.

Următorul compresor de dinamică, folosind numai circuite integrate, este deosebit de eficace şi asigură o îmbunătăţire notabilă a semnalului B.L.U. Schema bloc a compresorului este prezentată în fig. 432, el fiind compus din patru părţi. Un preamplificator, un filtru pentru frecvenţe înalte (High pass filter), un limitator logaritmic şi un filtru pentru frecvenţe joase (Low pass filter). Schema de principiu în fig. 433.

Primul circuit integrat lucrează ca amplificator de audiofrecvențe. La intrarea de mare impedanță pentru microfon este montat un filtru de radiofrecvență compus din R_1 și C_1. Reglajul amplificării etajului se face prin potențiometrul liniar R_3 de 15—20

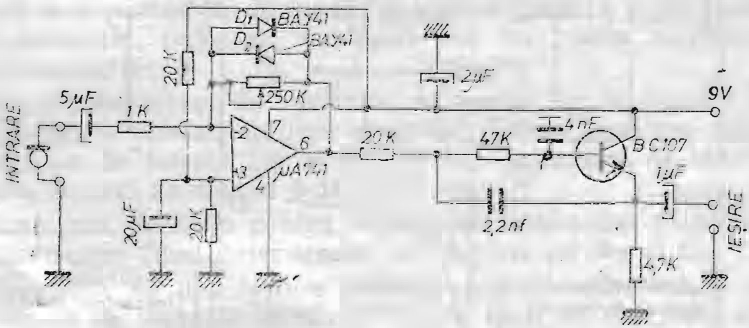


FIG. 430

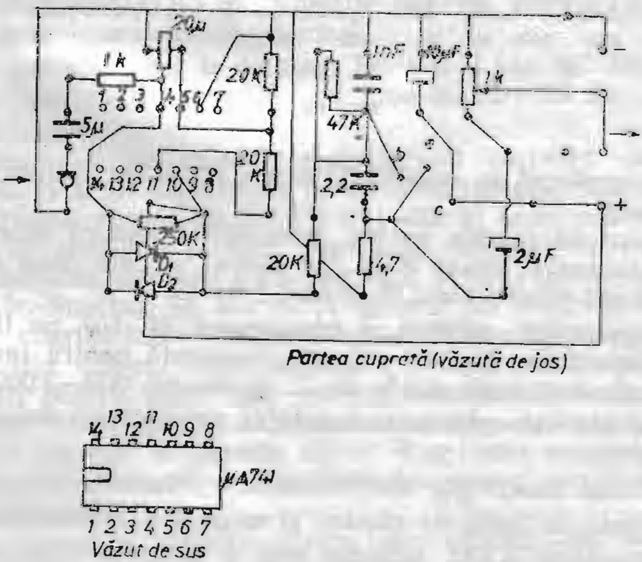


FIG. 431

Kohmi. Grupul compus din C_3, C_4, R_5 și R_6 formează un filtru pentru frecvențele înalte. Urmează un etaj amplificator care lucrează ca limitator logaritmic, producînd compresia dinamică.

Circuitul de reacţie este format de rezistenţa R_7 şi diodele D_1 şi D_2. Ultimul etaj este un amplificator cu corecţie de frecvenţă. Elementele componente sînt astfel alese încît împreună cu circuitul integrat formează un filtru pentru frecvenţele joase (Low pass filter). Alimentarea compresorului se face dintr-o sursă de 9 V cu o priză mediană la 4,5. Se recomandă folosirea a două baterii de 4,5 înseriate sau 6 baterii de 1,5 V.

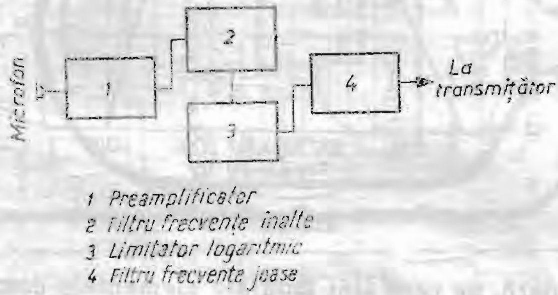


FIG. 432

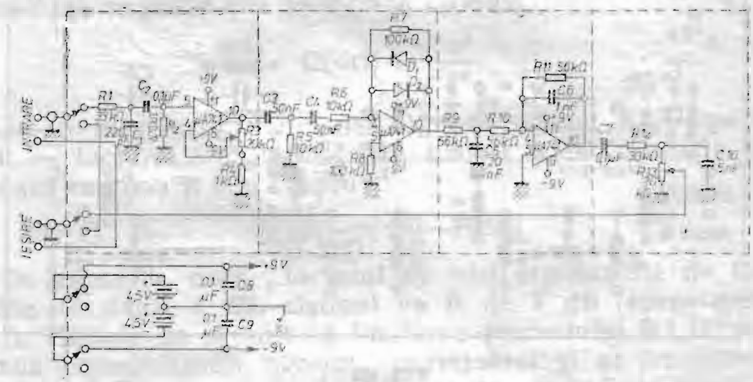


FIG. 433

Circuitele integrate folosite sînt de tip µA 741, iar diodele D_1 şi D_2 de tip 1N4148, toate de fabricaţie românească.

Curba de răspuns a amplificatorului compresor este favorabilă gamei de audiofrecvenţă folosită în B.L.U. aşa cum este prezentată în fig. 434.

Compresorul se montează pe o plăcuță cu circuit imprimat, prezentată în mărime naturală 12/6 cm în fig. 435, privită din

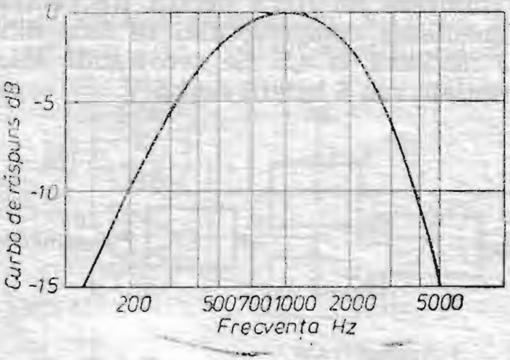


FIG. 434

partea superioară, pe care sînt montate elementele componente ale montajului.

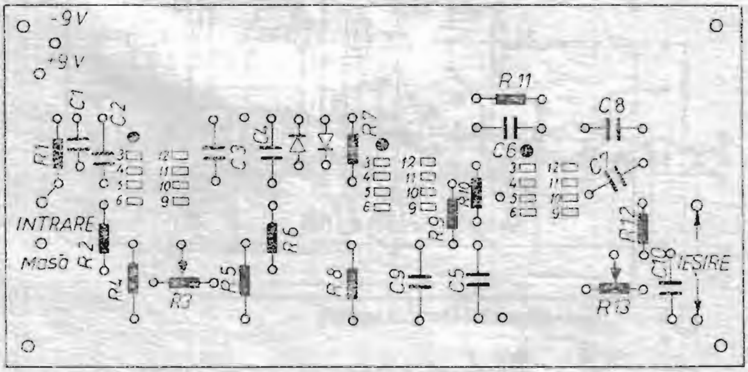


FIG. 435

În fig. 436 este prezentată partea inferioară a plăcuței împreună cu circuitele necesare.

Respectînd întocmai valorile indicate în schemă și folosind circuite integrate și diode de bună calitate montajul va funcționa de la început cu rezultate foarte bune.

O metodă mai eficace de îmbunătățire a indicilor energetici ai unui radioemițător cu bandă laterală unică este limitarea sem-

nalului B.L.U. deja format. Aceasta permite o reducere a factorului de vîrf pînă la 3,5...4 dB și obținerea unui cîștig de putere de 6...7 ori. În condițiile radioamatorilor, o limitare de 10...

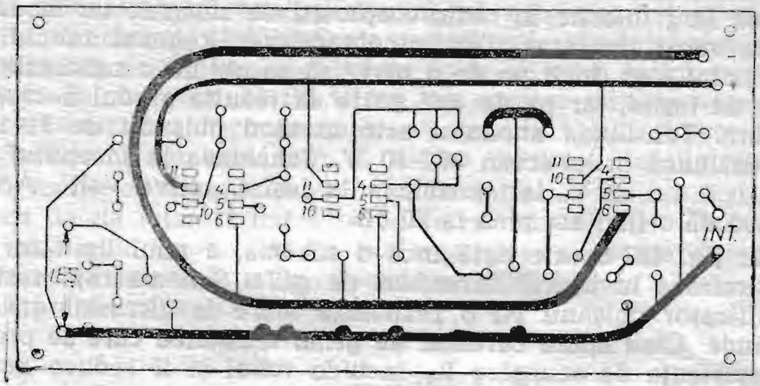


FIG. 436

15 dB poate fi considerată optimă; o limitare mai mare aproape că nu mai are efect. Cîștigul energetic Q, dat de o limitare a semnalului, se poate afla ușor după formula:

$$Q(\text{ori}) = \frac{p^2}{P^2}$$

în care p este factorul de vîrf al unui semnal B.L.U. nelimitat, iar P — factorul UNUI SEMNAL limitat B.L.U. Această funcție se poate exprima și mai simplu:

$$Q(\text{dB}) = p(\text{dB}) - P(\text{dB})$$

De exemplu, dacă factorul de vîrf era înainte de limitare 12 dB, iar după, 5 dB, cîștigul va fi de 7 dB (aproximativ de 5 ori). Trebuie de reținut că limitarea semnalului B.L.U. mărește în mod corespunzător nivelul purtătoarei și al inteligibilității.

La o limitare a semnalului B.L.U., cuvintele răsună cu mult mai clar, ca la o limitare a unui semnal de audiofrecvență. Explicația este aceea că, în cazul unei limitări a semnalului de audiofrecvență, în banda acestuia nimerește majoritatea armonicilor frecvențelor inițiale și ale combinațiilor lor, pe cînd la o limitare a unui semnal B.L.U., armonicile lui sînt situate dincolo de limitele benzii de trecere a filtrelor selecției de bază, iar în banda semnalului și în apropierea ei se găsesc numai cîteva combinații

ale acestor armonici, de ordinul trei, cinci și altele, impare.

Există multe scheme pentru limitatoare de amplitudine. În fig. 437-*a* este prezentată schema unui limitator de amplitudine, care funcționează în contul curentului anodic. Asemenea scheme sînt pe larg folosite în radioreceptoare de semnale cu modulație de frecvență, înaintea discriminatoarelor. Regimul tubului trebuie astfel ales, încît pe de o parte să se obțină o suficientă tensiune de ieșire, iar pe de altă parte să rezulte gradul necesar de limitare. Tensiunea anodului este în mod obișnuit de 7÷15 V, iar tensiunea grilei-ecran 30÷50 V. Tensiunea la începutul limitării, cca 1...2 V, iar tensiunea la ieșire, cîțiva volți. Această schemă dă o limitare pînă la 20 dB.

În fig. 437-*b* este dată încă o schemă, a unui limitator care funcționează în contul curenților de grilă. Schema reprezintă un amplificator obișnuit cu o rezistență mare în circuitul grilei de comandă. Cînd apare curentul de grilă, tensiunea care se produce pe rezistența de scurgere R_c închide tubul și îi reduce amplificarea. Rezistența R se poate alege astfel ca polarizarea negativă să fie aproximativ proporțională cu nivelul semnalului, adică să

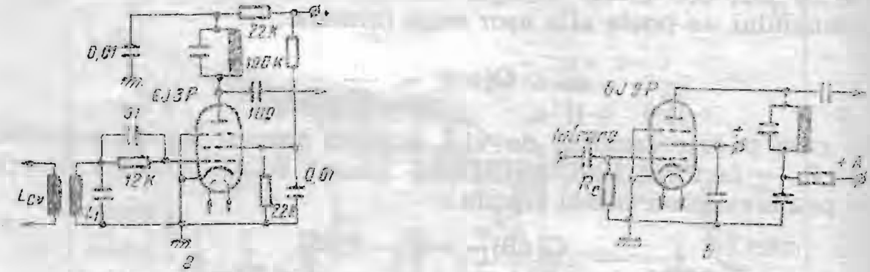


FIG. 437

se producă limitarea. În această schemă cea mai bună limitare rezultă atunci cînd R_c =80 Kohmi. Limitarea începe la o tensiune de intrare de 2...3 V. Tensiunea de ieșire depinde de mărimea sarcinii anodice. Schema dă o limitare de 15...20 dB. Aici se folosesc pe larg și limitatoare cu diode.

Odată cu limitarea se poate folosi și o altă metodă, cu mult mai simplă, de mărire a stabilității la perturbații a semnalului cu bandă unică, pe calea unei prealabile predistorsionări a unui semnal de audiofrecvență, astfel încît semnalul modulator (cu bandă laterală unică) să devină uniform. Un semnal B.L.U. cu

un spectru uniform este de două ori mai stabil la perturbaţii decît un semnal cu un spectru exponenţial. Claritatea cuvintelor depinde în special de o bună reproducţie a consoanelor, care dau componente cu frecvenţe mai înalte de 1 kHz. Nivelul lor relativ, într-un semnal cu un spectru normal, nu este mare şi la perturbaţii în canalul de legătură ele pot fi sub nivelul zgomotelor fiind mascate de acestea. Acest fapt poate să ducă la întreruperea legăturii. Într-un semnal B.L.U. cu un spectru uniform, frecvenţele corespunzătoare consoanelor au un nivel mai ridicat decît perturbaţiile, fapt prin care se obţine mărirea inteligibilităţii.

În încheiere trebuie menţionat că folosirea limitării semnalului cu bandă laterală unică se poate recomanda radioamatorilor cu o suficientă experienţă în reglarea şi exploatarea aparaturii cu o singură bandă laterală, şi care au posibilitatea să efectueze toate măsurile necesare la acordare.

Antene pentru traficul de radioamator

Pentru desfăşurarea traficului de radioamator în bune condiţii, unul din elementele de bază îl constituie o antenă eficace, acordată în benzile de lucru.

Dacă pentru benzile obişnuite de radiodifuziune dimensiunile antenei folosite nu sînt critice, în cazul traficului de radioamator antenele au dimensiuni critice, trebuind să corespundă benzilor de lucru care cuprind numai cîteva sute de kHz fiecare. Pentru radioemisie, aceste dimensiuni critice devin o necesitate absolută, avînd în vedere radierea în spaţiu a întregii energii de radiofrecvenţă generată de radioemiţător.

Vom analiza, în continuare, diferite tipuri de antene pentru traficul de radioamator.

Antena Hertz monofider

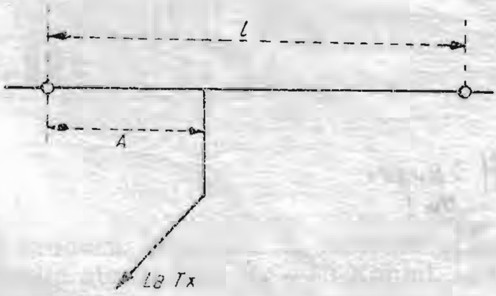


FIG. 438

Antena Hertz monofider sau Conrad-Windom (fig. 438) este de tip monofilar, în λ/2, are forma unui T, cu braţe orizontale neegale. Porţiunea orizontală se confecţionează din conductor de cupru cu ∅ 1...3 mm, iar lungimea se calculează din formula $L = \frac{142,6}{F(MHz)}$, în care F este frecvenţa.

Firul de coborîre, numit şi „fider", se confecţionează din acelaşi conductor şi se conectează la porţiunea orizontală într-un

punct critic, ce depinde de lungimea firului orizontal L și de diametrul conductorului folosit; se calculează din relația A=L.b. Factorul b depinde de diametrul conductorului, conform tabelului 53.

Exemplu. Pentru banda de 7 MHz, calculînd antena pentru frecvența de 7 050 kHz, rezultă, conform formulei, lungimea L=20,22 m. Folosind conductor de cupru de ∅ 2 mm rezultă un factor *b* de 0,370 și punctul de coborîre la 7,48 m față de unul din capete. Fiderul poate avea orice lungime, fiind însă necesar să fie perpendicular pe firul orizontal, pe o distanță minimă de 0,25 λ, și să nu aibă îndoituri sub unghiuri mai mici de 90°. Antena va da randamentul maxim pe banda de 7 MHz, dar poate fi folosită pentru trafic și pe benzile de 14; 21 și 28 MHz.

După aceleași metode se pot face antene Hertz și pentru celelalte benzi.

Tabelul 53

Diametrul în mm	b	Diametrul în mm	b
1	0,345	2,2	0,375
1,2	0,350	2,4	0,380
1,4	0,355	2,6	0,383
1,6	0,360	2,8	0,390
1,8	0,365	3,0	0,395
2,0	0,370		

Antena Zeppelin

Antena Zeppelin este tot în $\frac{\lambda}{2}$ (fig. 439), fiderul său fiind însă bifilar. La această antenă lungimea fiderului este critică, ea trebuind să fie egală cu $\frac{L}{2}$; L; $1\frac{1}{2}$ L sau 2 L. Cuplajul la radioemițător se face inductiv, printr-o bobină suplimentară, cu cîteva spire, cuplată cu bobina etajului final al radioemițătorului.

Exemple practice. Pentru banda de 3,5 MHz, antena Zeppelin are 41,48 m lungime, cu fiderul de 20,74 m. Ea poate lucra cu randament mai scăzut și pe celelalte benzi.

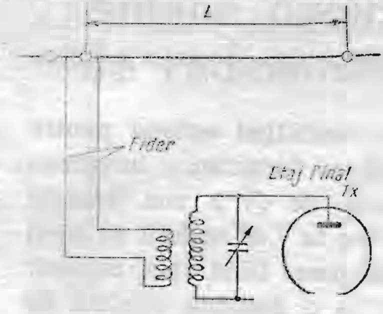


FIG. 439

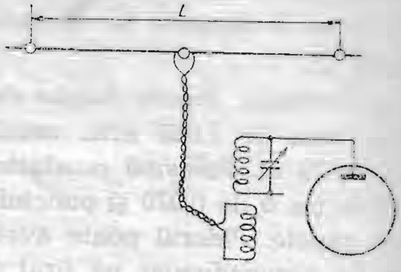


FIG. 440

Antena dipol

Antena dipol, tot în $\frac{\lambda}{2}$, are brațele orizontale egale, iar fiderul bifilar se leagă la centrul antenei (fig. 440). Lungimea porțiunii orizontale se calculează cu aceeași formulă. Impedanța la centrul antenei fiind de 75 Ω, fiderul este format din cablu coaxial de aceeași impedanță (ca acela folosit în mod frecvent în televizune), lungimea lui nefiind critică. În lipsa cablului coaxial, fiderul poate fi realizat din două conductoare de cupru izolate în vinilin și răsucite ușor.

Dipolul lucrează foarte bine pe banda pentru care este calculat și mai slab pe benzile superioare ca frecvență. Cuplajul cu etajul final al radioemițătorului se face inductiv, printr-o bobină cu cîteva spire.

O variantă a dipolului clasic este dipolul alimentat prin fider de 500 Ω impedanță (fig. 441 *a* și *b*), format din două conductoare paralele, menținute astfel prin intermediul unor distanțiere din material izolator sau, în lipsă, din lemn de brad fiert în parafină (exemplu : conductoare de 2 mm diametru, așezate la distanța de 60 mm unul de altul). Cele două conductoare ale fiderului fiind paralele, își anulează reciproc cîmpul electromagnetic și nu pot radia, îndeplinind numai rolul de fider.

Acest gen de dipol are avantajul că poate lucra bine pe mai multe benzi. De exemplu : un dipol de 41,48 m, cu fiderul de 20,74

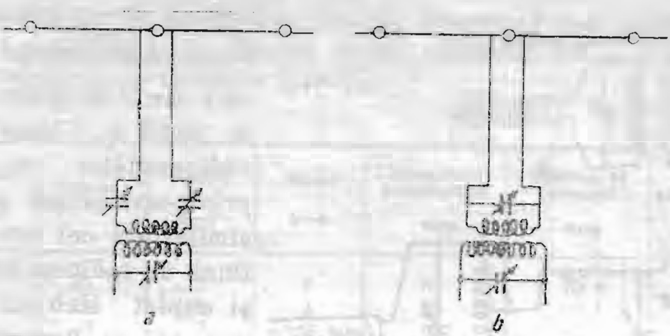


FIG. 441

metri lungime, poate lucra pe benzile de 3,5 ; 7 ; 14 și 28 MHz. Este însă necesar ca la cuplarea fiderului la radioemițător să se folosească fie acordul serie (fig. 441 *a*), fie acordul paralel, de la o bandă la alta.

Antena dipol YO7DZ

O variantă mai simplă de *dipol multiband* a fost concepută și experimentată de autor. Este vorba de un dipol alimentat la centru printr-o linie bifilară (panglică) cu impedanța de 300 Ω, de genul celei folosite în televiziune (fig. 442). Antena a fost realizată în mai multe variante, din care vom descrie două.

Prima variantă permite lucrul în condiții bune pe toate cele 5 benzi de radioamatori, de 3,5 ; 7 ; 14 ; 21 și 28 MHz. Antena are lungimea porțiunii orizontale de 40,45 m, fiecare braț al dipolului avînd 20,20 m. O diferență de 5 cm se lasă la mijlocul dipolului, și ea este ocupată de un izolator ceramic, ce separă cele două brațe. La centrul di-

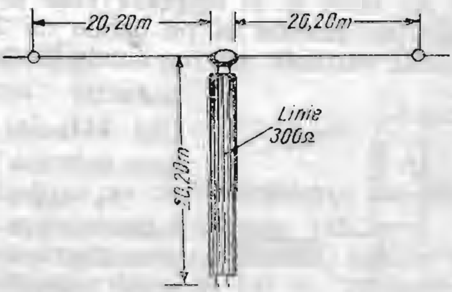


FIG. 442

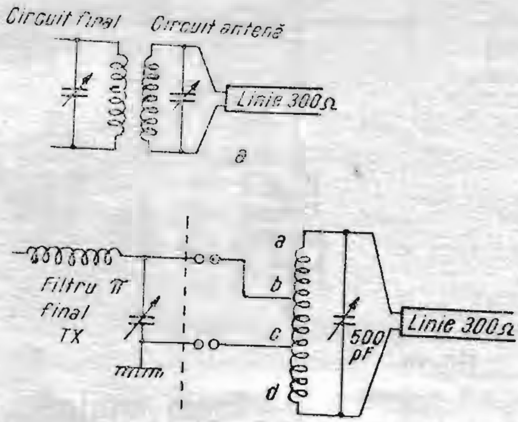


FIG. 443

polului se conectează capetele unei linii de 300 Ω, care are o lungime critică de 20,20 m. Cuplajul la radioemițător se face printr-un circuit acordat, similar cu cel din etajul final al radioemițătorului și cuplat slab cu acesta (fig. 443 a). Pentru radioemițătoarele care au la ieșire un filtru π, se folosește un circuit de simetrizare, ca în fig. 443 b.

Datele de realizare a bobinei de simetrizare sînt indicate în tabelul 54.

Antena dă rezultate mai bune decît altele în $\frac{\lambda}{2}$, ca Hertz, Zeppelin etc., și decît alte genuri de antene multiband (de exemplu G5RV).

Reglajul constă în găsirea poziției condensatorului variabil CV_1 pentru tensiunea maximă de radiofrecvență la capetele liniei de 300 Ω.

În cazul folosirii circuitului de simetrizare, se mai urmărește ca tensiunea de radiofrecvență între punctele x și y și masă să fie egale. În caz contrar, se poate schimba poziția prizelor b și c pînă ce tensiunile sînt egale, menținînd însă numărul de spire b-c același.

Cea de a două variantă are atît brațele dipolului, cît și fiderul de 10,10 m și lucrează bine pe benzile de 7; 14; 21 și 28 MHz (mulțumitor și pe banda de 3,5 MHz). De remarcat că, la această variantă, pentru banda de 3,5 MHz se va folosi un cuplaj inductiv printr-o bobină cu cîteva spire (fig. 444), iar pentru celelalte benzi, cuplajele indicate la prima variantă.

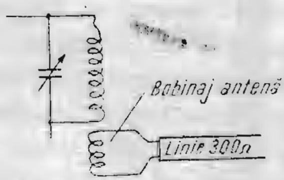


FIG. 444

În afara faptului că dă rezultate mai bune ca alte tipuri de antenă multiband, simetria ansamblului (antenă-fider) reduce mult radiațiile parazite care pot provoca interferențe radio sau video.

De menționat că pe benzile de frecvență mai mare, aceste dipoluri multiband, în special prima variantă, au o directivitate mai pronunțată pe anumite direcții.

Tabelul 54

Banda MHz	Număr de spire	Spire a—b	Spire b—c	Lungimea bobinajului mm	Diametrul carcasei mm	Diametrul conductorului mm
7	21	5	7	70	70	2
14	11	3	3	50	70	2
21 și 28	7	2	2	40	70	2

Antena cu fir lung (Long wire)

Este cea mai simplă antenă cu putință, fiind caracterizată prin faptul că radiază pe toată lungimea sa L (fig. 445). Această antenă trebuie să aibă lungimea astfel determinată încît să cuprindă un număr întreg de $\frac{\lambda}{2}$. Ea asigură o directivitate pronunțată, lobii principali de radiație modificîndu-se în funcție de numărul de $\frac{\lambda}{2}$ cuprins în lungimea sa. În tabelul 55 este dată variația cîștigului antenei în decibeli (dB) și unghiurile lobilor de radiație.

Cuplajul se poate face printr-un condensator fix, direct pe

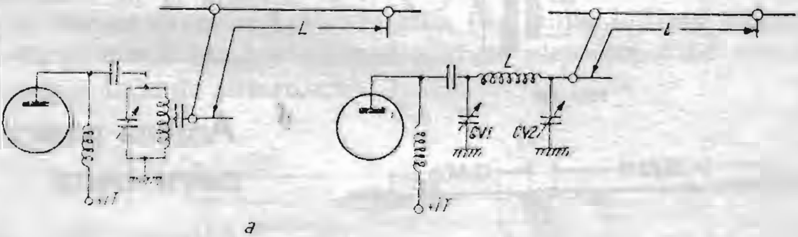


FIG. 445

bobina etajului final, pe o priză ce se determină prin tatonări, (fig. 445 *a*), fie printr-un filtru π, la etajul final (fig. 445 *b*).

Lungimile antenelor „long wire", pentru benzile uzuale de radioamatori, sînt: 41,50 m; 63 m; 84 m și 127 m, putîndu-se lucra cu ele pe toate cele 5 benzi.

Tabelul 55

Lungimea antenei în λ/2	Cîştigul dB	Unghiul lobilor de radiaţie grade (°)
1	1,0	90
2	1,2	54
3	1,3	42
4	1,4	36
6	1,7	30
8	2,1	26
10	2,5	22,5
12	3,0	20
24	7,0	12

Antena pentru două benzi tip W∅WO

Antena (fig. 446) poate fi folosită pentru lucrul în benzile de 40 m şi 20 m, funcţionînd în banda de 40 m ca vibrator în semiundă, iar în banda de 20 m în undă întreagă. Radiantul este compus din două porţiuni de 14 m, respectiv 6,7 m, iar ca linie de alimentare se foloseşte una bifilară (tip TV) cu impedanţa de 300 ohmi, de orice lungime, cuplată la radioemiţător prin intermediul unei bobine de circa trei spire, la circuitul acordat de ieşire al acestuia. Antena poate fi folosită şi pe benzile de 15 m şi 10 m dar cu un randament mai scăzut.

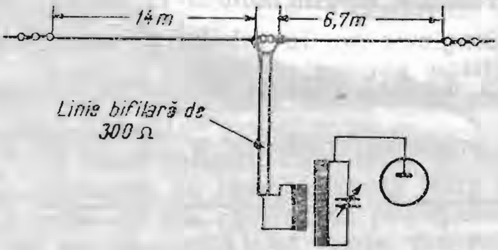


FIG. 446

Antena pentru patru benzi

Antena (fig. 447) funcţionează satisfăcător pe 80, 40, 20 şi 15 m, reprezentînd o soluţie de compromis şi, de aceea, în linia de alimentare vom avea unde staţionare mai mult sau mai puţin

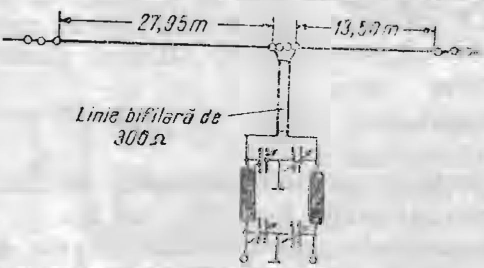


FIG. 447

intense de la o bandă la alta. Linia de alimentare poate avea orice lungime şi se confecţionează din „panglică" de televiziune de 300 ohmi. Pentru a reduce perturbaţiile radio şi TV şi în vederea unei adaptări cît mai bune, linia de alimentare se cuplează la radioemiţător printr-un circuit simetric, compus din două circuite π. Antena poate fi folosită şi pentru lucrul în banda de 10 m, dar randamentul este mai scăzut.

Antena multiband cu vibrator (antena fluture)

Antena aceasta (fig. 448) poate lucra în toate cele cinci benzi alocate radioamatorilor în undele scurte, şi anume: 80 m, 40 m, 20 m, 15 m şi 10 m. Caracteristica de bază a acestei antene este existenţa pentru fiecare bandă a unui dipol clasic ce funcţionează ca vibrator în semiundă, cei cinci dipoli fiind conectaţi în paralel la centru, respectiv la punctele de alimentare. Dimensiunile dipolilor sînt date în figură şi corespund frecvenţelor de mijloc ale benzilor respective. În cazul cînd se doreşte lucrul pe anumite frecvenţe de la marginile benzilor, se pot recalcula dimensiunile, în metri, după formula L=142,500/f (MHz). Alimentarea cuplului de dipoli se face prin intermediul unei linii bifilare cu impedanţa caracteristică de 60...70 ohmi sau, în lipsă, cu un cablu coaxial cu impedanţa de 60...75 ohmi. Cuplarea liniei de alimentare sau cablului la radioemiţător se face prin intermediul unui filtru π. De menţionat că alimentarea prin linie bifilară asigură o funcţionare mai bună a antenei, ambele elemente fiind simetrice (antena şi linia de alimentare).

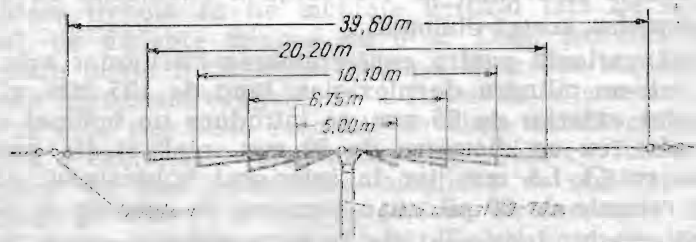


FIG. 448

Antena multiband tip W3 DZZ

Datorită rezultatelor practice obținute în traficul de radioamator, această antenă (fig. 449) este superioară altor tipuri, spațiul necesar pentru montarea ei fiind de numai circa 35 m.

Fiecare braț al dipolului radiant este format din două segmente de 10,07 m și respectiv 6,71 m, conectate prin intermediul unor circuite acordate. Acestea sînt formate din bobinele L_1 și L_2 și condesatoarelor C_1 și C_2, avînd capacitatea de 60 pF fiecare. Cu aceste valori frecvența de rezonanță este de 7 050 kHz.

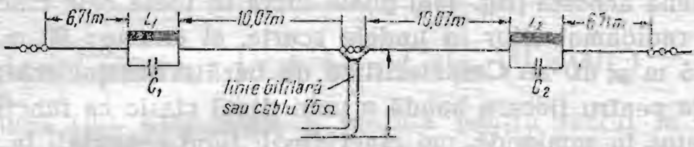


FIG. 449

Bobinelor L_1 și L_2 au cîte 19 spire din cupru arginat de 2 mm diametru și numai în lipsă, din conductor simplu de cupru. Condensatorul sau grupul de condensatoare, ca și întregul ansamblu bobină-condensator, trebuie închis într-o carcasă sau cutie din material izolant (polistiren etc.) pentru a fi ferite de umezeală. O atenție deosebită trebuie acordată stabilității elementelor circuitului acordat la schimbările de temperatură ale mediului ambiant, care influențează frecvența de rezonanță. Pentru compensarea satisfăcătoare, se recomandă alegerea mai multor condensatoare cu diferiți coeficienți de temperatură, pozitivi și negativi, și care vor fi conectate în paralel, astfel încît capacitatea totală obținută să fie 60 pF. Verificarea calității compensării se face prin încălzirea și răcirea circuitului oscilant și măsurarea de fiecare dată a frecvenței de rezonanță a circuitului cu ajutorul unui undametru, corect etalonat.

O altă variantă pentru confecționarea circuitelor este următoarea: într-un cilindru de plexiglas, lung de 135 mm, și avînd un diametru exterior de 65 mm, se introduce un bobinaj compus din 20 spire, cu un diametru de 50 mm, realizat din conductor de cupru cu ∅ 1,5 mm, iar în interiorul bobinajului, un condensator ceramic de 60 pF, cu o tensiune de serviciu de 3 000 V curent alternativ. Indiferent de formula folosită, după realizare circuitele vor fi măsurate pentru a se determina frecvența lor de

rezonanţă şi se vor face eventualele retuşuri, astfel încît frecvenţa lor de rezonanţă să fie 7 050 kHz.

Antena W3DZZ lucrează bine pe toate cele cinci benzi de radioamatori, frecvenţele de rezonanţă fiind egale cu 3,7 MHz; 7,05 MHz; 14,1 MHz; 21,2 MHz şi 28,4 MHz. Pe 80 m, antena lucrează în semiundă, respectiv λ/2. În această bandă lucrează ambii segmenţi din fiecare braţ al antenei, care totalizează 33,56 m, precum şi bobinele L_1 şi L_2, care măresc lungimea electrică a antenei şi frecvenţa de rezonanţă rezultantă este în jurul a 3,7 MHz. Pe banda de 40 m, circuitele oscilante funcţionează ca „circuite dop" (de oprire), ca urmare a impedanţei lor mari, cauzată de rezonanţa în această bandă, respectiv pe 7,05 MHz, radiind numai cele două segmente de 10,07 m, deci tot în λ/2. Pe 20 m, lungimea activă a antenei reprezintă 1,5λ; pe 15 m reprezintă 2,5λ, iar în banda de 10 m — 3,5λ. Pentru banda de 20 m, condensatoarele C_1 şi C_2 scurtează lungimea electrică a antenei, iar pe benzile de 15 şi 10 m bobinele L_1 şi L_2 lungesc electric antena pentru frecvenţa de rezonanţă necesară.

Deoarece pe toate benzile alimentarea antenei se face în curent vom folosi pentru aceasta o linie de joasă impedanţă (60...75 ohmi), de preferinţă o linie bifilară simetrică sau, în lipsă, cablu coaxial de aceeaşi impedanţă. De menţionat că soluţia alimentării prin linie bifilară simetrică este superioară celei cu cablu coaxial. Pe benzile de 80 m şi 40 m coeficientul de unde staţionare este apropiat de 1, iar pentru benzile de 20 m, 15 m şi 10 m nu depăşeşte valoarea 2.

Dacă se preferă funcţionarea exclusiv în benzile de 20 m, 15 m şi 10 m, antena W3DZZ poate fi îmbunătăţită, folosind pentru alimentare o linie simetrică, avînd impedanţa caracteristică de circa 120 ohmi. În acest caz coeficientul de unde staţionare este apropiat de 1, iar pe benzile de 80 m şi 40 m nu depăşeşte valoarea 2.

După cum se vede din schiţă, linia simetrică sau cablul de alimentare trebuie să fie montate vertical faţă de conductorul antenei, pe distanţa minimă de 6 m. Deşi, teoretic, cablul de alimentare poate fi de orice lungime, deoarece impedanţa antenei este aproximativ egală cu a liniei de alimentare, practica arată că cele mai bune rezultate se obţin atunci cînd lungimea electrică a cablului de alimentare este egală cu 7 semiunde ale frecvenţei de 28,4 MHz. Cum lungimea de undă corespunzînd frecvenţei de 28,4 MHz este de 10,6 m, iar semiunda are 5,3 m, cele 7 semiunde reprezintă 37,1 m. Ţinînd cont de coeficientul de scurtare al cablului coaxial de alimentare, lungimea fizică

a acestuia va fi 37,1×0,66=24,49 m. Dacă această lungime este insuficientă, ea poate fi mărită la un număr impar de semiunde (9 λ/2 ; 11 λ /2 ; 13 λ/2 etc.).

În cazul în care se construiește o antenă W3DZZ numai pentru benzile de 40 m, 20 m și 10 m, lungimea primelor segmente se reduce la 5,08 m, iar a segmentelor după circuitele acordate, la 3,20 m fiecare. Circuitele acordate au frecvența de rezonanță 14,1 MHz și sînt formate din bobinele L_1 și L_2, de 4,7 μH și din condensatoarele C_1 și C_2, de cîte 27 pF. Pe banda de 40 m bobinele L_1 și L_2 funcționează ca „prelungitoare", permițînd acordarea antenei în semiundă ; pe banda de 20 m circuitele acordate lucrează ca „circuite dop", avînd frecvența de rezonanță în această bandă. De aceea segmentele exterioare, de 3,20 m, se deconectează electric, lucrînd numai segmentele interioare, de 5,08 m, reprezentînd un vibrator în semiundă ; pe 10 m bobinele L_1 și L_2 acționează tot ca „prelungitoare" și antena reprezintă un vibrator cu lungime electrică egală cu 2,5 λ . Montarea și alimentarea se fac similar primei variante.

Antenă dipol, cu dimensiuni reduse, pentru benzile de 3,5 MHz și 7 MHz

Dimensiunile reduse ale acestei antene se obțin folosind inductanțe intercalate în radiant, în anumite poziții. În cazul antenei din fig. 450, bobinele sînt astfel amplasate încît permit acordul în benzile de 3,5 MHz și 7 MHz, deși lungimea totală a antenei nu depășește 26 m lungime.

Din experimentările făcute a reieșit că bobinele ce trebuie folosite au inductanța de 120 μH și se pot realiza prin bobinarea a 200 spire din conductor CuEm ∅ 1 mm, pe un cilindru

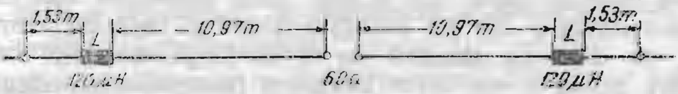


FIG. 450

din material izolant, cu diametrul de 26 mm. O caracteristică a acestui gen de antenă este banda de frecvențe mai îngustă decît cea a antenelor obișnuite. Astfel, antena realizată după dimensiunile din fig. 450 acoperă o gamă de frecvențe în jurul a 100 KHz.

Dacă pentru 7 MHz această lăţime de bandă este suficientă, pentru 3,5 MHz banda de frecvenţe acoperită cu randament maxim este aproximativ de la 3 500 la 3 600 kHz. Dacă se preferă traficul pe frecvenţe mai mari (3 700 ... 3 800 kHz), se procedează la scurtarea segmentelor de la capetele dipolului pînă la 1,25 m. Impedanţa antenei este de circa 60 ohmi la centru, alimentarea ei făcîndu-se cu o linie bifilară sau un cablu coaxial de aceeaşi impedanţă.

Dipol înclinat, cu dimensiuni reduse, pentru benzile de 3,5 MHz şi 7 MHz

Este de fapt o variantă a antenei descrise mai înainte, avînd însă suficiente elemente ce o deosebesc de aceasta. În principiu (fig. 451) este vorba de un dipol scurtat, aşezat înclinat faţă de sol, care rezonează pe cele două benzi datorită unor bobine prelungitoare. Pentru construirea antenei sînt necesari trei piloni, unul central, de 7 m, şi doi laterali, de cîte 1,5 m înălţime. În centru, conductorul antenei este continuu, pentru alimentarea lui prin cablu coaxial folosindu-se un segment de adaptare de formă triunghiulară (fig. 452), care permite conectarea cablului coaxial de 60 ohmi. Dacă se va folosi cablu coaxial de 52 sau 75 ohmi, se va reduce sau creşte proporţional lungimea porţiunii din conductorul antenei la care se face conectarea liniei triunghiulare. De fapt, dimensiunile optime se stabilesc experimental pentru un coeficient cît mai redus de unde reflectate. Rezonanţa antenei în

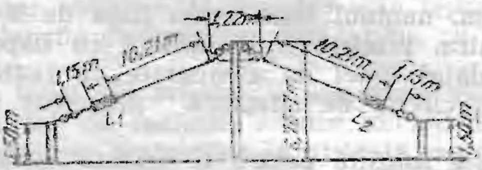


FIG. 451

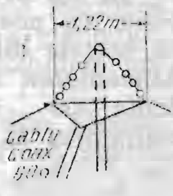


FIG. 452

banda de 3,5 MHz este în jurul frecvenţei de 3 700 kHz, acoperind porţiunea 3 600, 3 800 kHz, iar în banda de 7 MHz, întreaga bandă. Bobinele de prelungire L_1 şi L_2 au 120 μH şi sînt identice cu cele descrise la antena anterioară.

Deoarece antena se găseşte aproape de sol, frecvenţa ei de rezonanţă depinde mult de conductibilitatea solului. De aceea este necesară o verificare a frecvenţei de rezonanţă. Eventuale

retuşuri se pot face prin modificarea lungimii segmentelor de la capetele antenei.

Antena „V întors" („Inverted V")

Reprezintă o soluţie intermediară între antenele cu polarizare verticală şi cele cu polarizare orizontală, dînd rezultate bune atît la distanţe mici, cît şi la distanţe mari, ca urmare a unghiului de radiaţie favorabil.

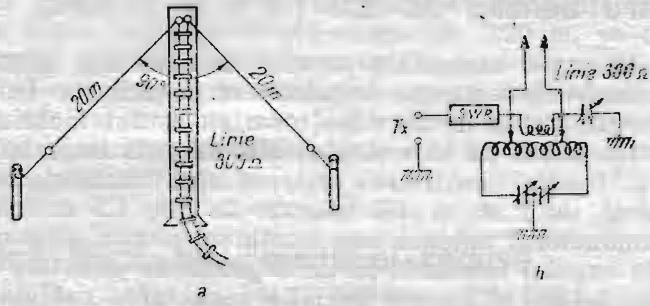


FIG. 453

Este de fapt un dipol cu braţele înclinate, ale cărui capete se apropie de pămînt, unghiul format de cele două braţe fiind cuprins între 90° şi 120°.

În fig. 453-*a* este reprezentată o antenă „inverted V" multiband, ce poate lucra în benzile de 80; 40; 20; 15 şi 10 m, cu braţele dipolului de 20 m, unghiul între braţe fiind de 90°. Alimentarea se face la centru, printr-o linie bifilară cu impedanţa 300...600 ohmi. Cuplajul liniei de alimentare cu radioemiţătorul se face printr-un circuit de adaptare, prezentat în fig. 453-*b*.

În cazul cînd antena este folosită pentru o singură bandă, braţele dipolului înclinat se calculează după formula obişnuită la antena dipol, iar alimenearea la centrul antenei se face printr-un cablu coaxial de 52...75 ohmi. Folosind mai mulţi dopoli înclinaţi, pentru benzi diferite, pe un suport comun şi alimentaţi în paralel, obţinem o antenă „inverted V" multiband.

Dipolii pentru diferite benzi se montează la distanţă unii de alţii. Astfel, la antena pentru două benzi, dipolii se montează perpendicular unul pe altul în plan orizontal, deci într-un unghi de 90°, iar în cazul mai multor dipoli, la unghiurile corespunză-

toare, alimentarea realizîndu-se printr-un cablu coaxial comun. Lungimea brațelor dipolului pentru fiecare bandă în parte este ceva mai mică decît la dipolul simplu, ca urmare a apropierii capetelor sale de pămînt și a influenței vecinătăților.

Astfel, pentru banda de 80 m, respectiv frecvența centrală de 3 650 kHz, brațele dipolului vor avea circa 20,20 m fiecare, pentru banda de 40 m circa 10,20 m, iar pentru banda de 20 m, circa 5,10 m.

În practică, după montarea antenei, calculată conform formulei clasice, se procedează la scurtarea experimentală a brațelor dipolului pînă se obține cel mai mic coeficient de unde reflectate în centrul benzii de lucru dorite.

Antena se montează pe un suport central din lemn, de dimensiuni corespunzătoare, pentru ca la capetele dipolului distanța față de pămînt să fie de 1,5—2,00 m.

Antena „V"

Prin așezarea în formă de „V" a două antene „long wire", se poate obține o îmbunătățire a directivității și a cîștigului. O antenă în „V" se compune din două elemente radiante de aceeași lungime, așezate sub un unghi cuprins între 30 și 110 grade (fig. 454). Cîștigul față de un singur radiant este de circa 3 dB. Prin mărirea lungimii elementelor radiante se obține o creștere și mai mare a cîștigului și directivității antenei. Important este faptul ca lungimea firelor radiante să reprezinte un număr întreg de λ /2 pentru banda de frecvențe cea mai mică pe care se lucrează. Unghiul optim de deschidere „α" depinde de lungimea firelor radiante. În fig. 455 este reprezentată variația cîștigului, în funcție de lungimea radianților, cu unghiuri de deschidere optime.

Unul din avantajele principale ale antenei „V" este unghiul vertical de radiație, relativ mic, deosebit de important pentru asigurarea legăturilor la distanțe mari. Alimentarea antenei „V" poate fi făcută în mai multe feluri. Cazul cel mai simplu este alimentarea directă a celor doi radianți de la un circuit simetric adaptat la ieșirea radioemițătorului, eliminîndu-se linia de alimentare. Această soluție, aplicată de autor, este posibilă dacă cei doi radianți au capătul comun în imediata apropiere a radioemițătorului. Într-o asemenea situație se poate lucra în toate benzile de radioamatori de unde scurte, folosind numai doi radianți de cîte 41,50 m lungime, formînd între ei un unghi de 60 ... 90°, după banda pe care se solicită cel mai bun randament.

În cazul cel mai frecvent, alimentarea antenei „V" se realizează printr-o linie de alimentare acordată, care permite funcționarea antenei în mai multe benzi.

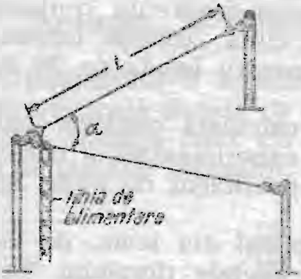


FIG. 454

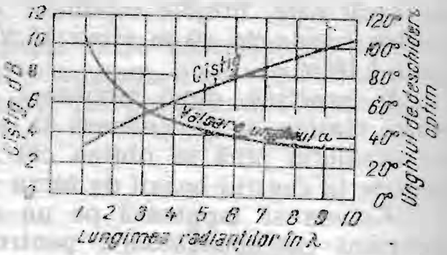


FIG. 455

La folosirea antenei „V" pe mai multe benzi, cîștigul și directivitatea variază de la bandă la bandă. De obicei se aleg dimensiunile și unghiul de deschidere cele mai favorabile benzii preferate. Astfel, o antenă „V" cu lungimea firelor radiante de 63,05 m și cu un unghi de deschidere de 47° are dimensiunile optime pentru banda de 21 MHz (lungimea 9 λ /2, și un cîștig de circa 6,5 dB). Aceeași antenă poate fi folosită în banda de 14 MHz (lungime 6 λ/2 și un cîștig de circa 5 dB) și în banda de 28 MHz (lungime 12 λ/2 și un cîștig de circa 8 dB). În benzile de 7 MHz și 3,5 MHz cîștigul se reduce corespunzător, dar antena lucrează în condiții încă bune, avînd totuși o directivitate mai redusă.

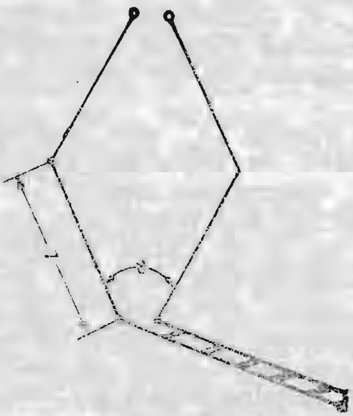


FIG. 456

Antena rombică

Rezultă din combinarea a două antene „V" și este cunoscută ca una din cele mai simple antene dirijate, dar foarte eficiente pentru benzile de unde scurte. Are o bandă de trecere largă, o bună diagramă de radiație și un cîștig de cîmp apreciabil. În plus, poate fi utilizată și ca antenă pentru mai multe benzi. În fig. 456 este prezentată antena rombică.

Cîștigul de cîmp al unei antene rombice este mai mare decît cel al

unei antene „V" cu lungimea echivalentă, iar diagrama ei de radiaţie depinde într-o măsură mai mică de modificarea frecvenţei de lucru. Toate dimensiunile indicate pentru antena „V", lungimea conductoarelor L şi unghiul de deschidere rămîn valabile şi pentru antena rombică. În tabelul 56 sînt indicate cîştigul de cîmp în direcţia optimă de radiaţie a unei antene rombice, cu unghiul de deschidere — optim faţă de lungimea L a conductorului ce formează latura rombului — în comparaţie cu un dipol obişnuit.

Tabelul 56

Lungimea L în λ	Unghiul în grade	Cîştig de cîmp dB
1,0	105	6,5
1,5	85	7,0
2,0	73	7,5
2,5	64	8,0
3,0	58	8,5
3,5	54	9,0
4,0	50	9,5
4,5	48	10,0
5,0	45	10,5

Deoarece atît dimensiunile laturii rombului cît şi unghiurile de deschidere ale antenei rombice au aceleaşi valori ca la antena „V", permit obţinerea antenei rombice prin conectarea a două antene „V" egale.

Cîştigul de cîmp este cu circa 3 dB mai mare decît la antena „V", iar lăţimea benzii de lucru creşte.

Antena rombică poate fi unidirecţională. În acest caz, la capătul deschis al antenei rombice se conectează o rezistenţă de absorbţie de 750 . . . 800 ohmi şi cu putere de disipaţie egală cu cel puţin jumătate din energia de radiofrecvenţă generată de radioemiţător (fig. 457).

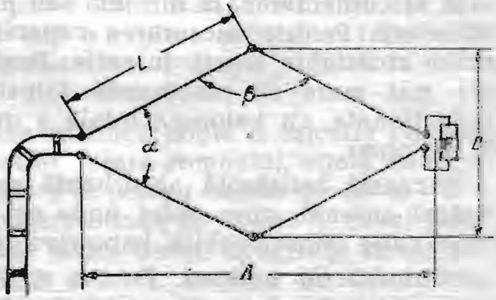


FIG. 457

Antena rombică prevăzută cu rezistenţă de absorbţie are o bandă de trecere largă şi, ca urmare, dimensiunile elementelor nu sînt foarte critice.

Admiţînd o reducere maximă a cîştigului de cîmp cu 2 dB, frecvenţa de lucru poate fi modificată în raport de 1 : 2, rezultînd însă unele modificări ale diagramei de radiaţie a antenei. Aceste diagrame — atît cea orizontală, cît şi cea verticală — sînt determinate în primul rînd de unghiul de deschidere, α, cîştigul de cîmp mărindu-se pe măsură ce latura L a rombului creşte. Înălţimea de suspendare a antenei trebuie să fie egală cu cel puţin jumătate din lungimea undei de lucru, deoarece printr-o micşorare a înălţimii de suspendare se produce o mărire a unghiului vertical de radiaţie maximă, ceea ce în benzile de radioamatori nu este de dorit. Dacă lungimea laturii rombului este egală cu aproximativ 6λ, atunci directivitatea antenei devine foarte pronunţată şi, ca urmare, alegerea unui unghi optim va fi mai dificilă.

Alimentarea antenei rombice. Rezistenţa de intrare a unei antene rombice (cu rezistenţa de absorbţie) este de 700...800 ohmi. Ca urmare, alimentarea poate fi făcută printr-o linie cu impedanţa caracteristică de aceeaşi valoare. De obicei se foloseşte o linie bifilară, cu izolaţie aeriană, şi o impedanţă de circa 600 ohmi, care permite utilizarea antenei în mai multe benzi, cu o uşoară creştere a coeficientului de unde reflectate. Desigur, dacă aplicăm un dispozitiv de adaptare, putem folosi şi o linie de alimentare de altă impedanţă dar, în acest caz, banda de lucru se restrînge mult, antena lucrînd bine numai pe una din benzi. Linia de alimentare cu impedanţa de 600 ohmi este avantajoasă faţă de liniile de alimentare acordate, avînd pierderi mai mici, adaptarea cu etajul final al radioemiţătorului efectuîndu-se mult mai uşor.

Rezistenţa de absorbţie trebuie să fie neinductivă şi necapacitivă. Pentru un radioemiţător de mică putere, această rezistenţă se confecţionează din una sau mai multe rezistenţe de formă peliculară. Pentru micşorarea capacităţii, se preferă soluţia mai multor rezistenţe legate în serie. Pentru radioemiţătoarele de putere mai mare se recomandă folosirea unor rezistenţe special confecţionate, cu valoarea totală a grupului sau rezistenţei unice de 800 ohmi.

Această rezistenţă absorbantă se aşază cît mai aproape de capătul antenei, opus celui unde se face alimentarea şi protejat într-o cutie impermeabilă, împotriva intemperiilor.

Construcţia antenei. Pentru o diagramă de radiaţie optimă şi un cîştig de cîmp cît mai mare, trebuie respectată o anumită corelaţie între unghiul de deschidere al antenei, α, şi lungimea L a laturii rombului, indicate în fig. 458.

În aceeaşi figură, sub scara lungimii, este indicat cîştigul antenei, deoarece acest cîştig în direcţia lobului principal depinde

direct de lungimea laturii rombului. Deoarece unghiul vertical de radiaţie al antenei depinde de înălţimea suspendării, aceasta trebuie să fie cel puţin λ/2 în benzile de 20 ; 16 şi 10 m.

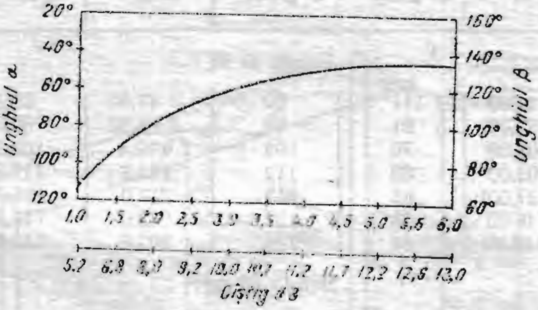


FIG. 433

Înainte de a trece la construirea antenei, se va face o schiţă a acesteia, determinîndu-i dimensiunile (lungimile şi lăţimile). În tabelul 57 sînt prezentate dimensiunile antenelor rombice, calculate pentru benzile de radioamatori de 40 ; 20 ; 15 şi 10 m, şi anume, pentru mijlocul benzilor.

Ca urmare a lărgimii benzii de lucru nu este nevoie de o respectare strictă a dimensiunilor, ele putînd fi în jurul valorilor indicate. Dimensiunile A şi B, necesare pentru instalarea stîlpilor antenei, sînt rotunjite, şi este bine ca distanţa între stîlpi să fie ceva mai mare, pentru a putea face mici modificări ale unghiurilor α şi β atunci cînd există o reglare precisă a raportului dintre puterea radiată în sens direct şi puterea radiată în sens invers (raportul faţă-spate).

Din tabel se vede că antena rombică poate fi folosită cu succes pentru mai multe benzi. Astfel, latura rombului, egală cu 42 m are 1 λ pentru banda de 40 m ; 2 λ pentru banda de 20 m ; 3 λ pentru banda de 15 m şi 4 λ pentru banda de 10 m. În cazul folosirii antenei rombice pentru mai multe benzi, apar însă unele aspecte deosebite. Astfel, în cazul descris, unghiul de deschidere optim pentru banda de 15 m sau 20 m este prea mare pentru banda de 10 m şi prea mic pentru cea de 40 m şi, ca urmare, lobul de bază al diagramei de radiaţie în banda de 10 m se îngustează, apar lobi laterali şi o uşoară radiaţie în sens invers, cîştigul de cîmp în direcţie optimă rămînînd aproximativ acelaşi.

Tabelul 57

Lungimea L în λ	Lungimea L în m	Unghiul α în grade	Unghiul β în grade	Distanța A în m	Distanța B în m	Cîștig de cîmp în dB
			Banda 40 m			
1,0	41,50	111	69	47,00	68,5	5,2
1,5	63,00	91	89	88,50	90,0	6,8
2,0	84,00	76	104	132,4	103,5	8,0
2,5	105,00	68	112	174,5	117,5	9,2
3,0	127,00	63	117	217,0	133,0	10,0
3,5	148,00	58	122	259,0	144,0	10,7
4,1	169,00	54	126	302,0	154,0	11,2
			Banda 20 m			
1,0	20,8	111	69	24,0	34,5	5,2
2,0	42,0	76	104	66,5	52,0	8,0
3,0	63,0	63	117	108,0	66,0	10,0
4,0	84,5	54	126	151,0	77,0	11,2
5,0	106,0	48	132	194,0	86,5	12,2
6,0	127,0	44	136	236,0	95,5	13,0
			Banda 15 m			
1,0	13,8	111	69	15,7	22,8	5,2
2,0	28,0	76	104	44,5	34,5	8,0
3,0	42,0	63	117	72,0	44,0	10,0
4,0	56,5	54	126	101,0	51,5	11,2
5,0	70,5	48	132	129,0	57,5	12,2
6,0	85,0	44	136	158,0	64,0	13,0
			Banda 10 m			
1,0	10,2	111	69	11,6	17,0	5,2
2,0	21,0	76	104	33,1	26,0	8,0
3,0	31,5	63	117	54,0	33,0	10,0
4,0	42,0	54	126	75,0	38,5	11,2
5,0	52,5	48	132	96,0	43,0	12,2
6,0	63,0	44	136	117,0	47,5	13,0

În banda de 40 m diagrama de radiație se lărgește și apare radiația și în sens invers, antena devenind întrucîtva bidirecțională.

În funcție de dimensiunile alese pentru latura L a rombului — cele mai frecvente fiind de 21 ; 42 și 63 m — se vor obține caracteristici diferite de la o bandă la alta.

Antena directivă W8JK

Este formată din două vibratoare egale cu lungimea de undă folosită, așezate la o distanță de λ/4 ... λ/8, unul paralel cu celălalt (fig. 459 *a*, *b*).

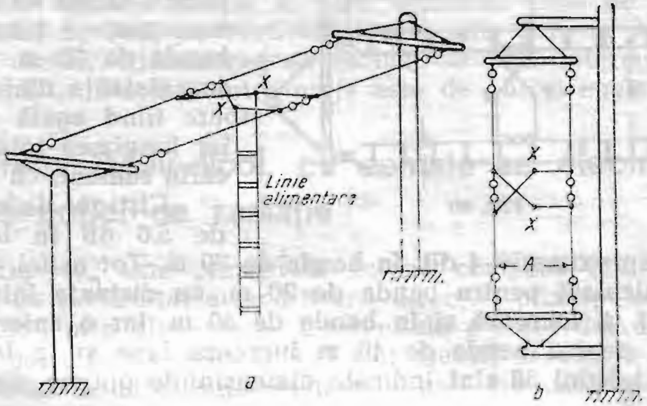


FIG. 459

Ambele brațe ale fiecărui vibrator se excită sinfazic, dar au un decalaj al fazelor de 180°. Ca urmare, fiecare vibrator funcționează ca radiant și, în același timp, ca reflector pentru celălalt vibrator. În fig. 460 sînt arătate direcțiile curenților în lungul conductoarelor antenei. Antena radiază în două direcții perpendiculare pe axul celor două conductoare, coeficientul de cîștig fiind determinat de distanța A dintre cele două vibratoare. Astfel, la o distanță între vibratoare de λ/8, cîștigul teoretic este de 6,2 dB, reducîndu-se însă pînă la 5,6 dB, odată cu modificarea distanței pînă la λ/4.

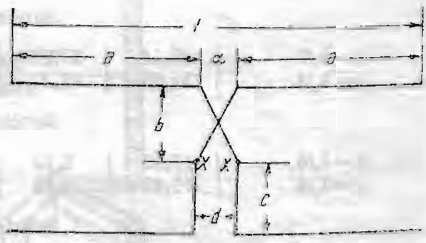


FIG. 460

Pentru a obține o radiație cît mai înclinată în plan vertical, favorabilă legăturilor la mari distanțe, înălțimea de suspendare a antenei trebuie să fie egală cu cel puțin λ/2. De obicei, elementele antenei se suspendă orizontal (fig. 459 *a*) sau, la nevoie, vertical (fig. 459 *b*).

Impedanța de intrare a antenei în punctele XX este mare, ceea ce impune folosirea unei linii de alimentare acordată, iar pentru reducerea pierderilor este de asemenea recomandabil să folosim un sistem de adaptare. Antena poate lucra cu o diagramă de orientare bună pe două benzi. Dacă distanța A dintre vibratoare este egală cu λ/4, pentru banda de 10 m, antena poate fi folosită și în banda de 20 m, în acest caz distanța dintre radiatoare fiind egală cu λ/8, iar lungimea totală a fiecărui radiant, cu λ/2.

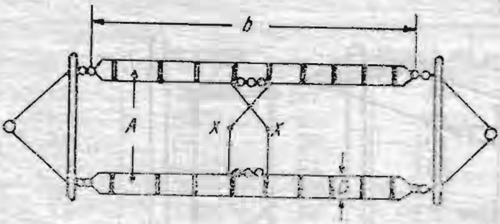


FIG. 461

Cîștigul de cîmp este de 5,6 dB în banda de 10 m, și aproximativ 4 dB, în banda de 20 m. Tot astfel, o antenă W8JK calculată pentru banda de 20 m, cu distanța între radiatoare de λ/4, lucrează și în banda de 40 m, iar o antenă W8JK calculată pentru banda de 40 m lucrează bine și în banda de 80 m. În tabelul 58 sînt indicate dimensiunile optime ale antenei W8JK.

Antena W8JK poate fi realizată și cu radianții în buclă pentru asigurarea unei benzi de lucru mai largi, dar atunci antena va lucra bine numai într-o singură bandă (fig. 461).

Tabelul 58

Distanța A în λ	l, m	a, m	b, m	c, m	d, m	Cîștig, în dB
			Banda 40 m			
A=λ/8	36,14	17,77	2,44	2,53	0,60	6,2
A=λ/4	31,06	15,23	5,00	5,07	0,60	5,6
			Banda 20 m			
A=λ/8	17,98	8,70	1,20	1,26	0,40	6,2
A=λ/4	15,46	7,53	2,48	2,52	0,40	5,6
			Banda 15 m			
A=λ/8	12,06	5,88	0,78	0,84	0,30	6,2
A=λ/4	10,38	5,04	1,64	1,68	0,30	5,6
			Banda 10 m			
A=λ/8	8,96	4,38	0,60	0,63	0,20	6,2
A=λ/4	7,70	3,75	1,23	1,25	0,20	5,6

În acest caz, fiecare vibrator are o lungime egală cu λ /2 şi este mai scurt ca la antena W8JK obişnuită. Cîştigul de cîmp la această variantă este de circa 4 dB.

Putem de asemenea realiza şi o antenă W8JK cu două etaje, rezultată din combinarea a două antene simple W8JK.

Diagrama de radiaţie a unei asemenea antene este tot bidirecţională, lăţimea lobului în plan orizontal fiind de circa 60°, iar unghiul de radiaţie verticală foarte mic. Antena poate lucra în două benzi, alimentarea sa făcîndu-se prin intermediul unei linii acordate. Distanţa între etaje este de obicei egală cu λ /2.

Antena dublu-dipol, cu comutarea electrică a direcţiei de radiaţie

În fig. 462 este prezentată antena compusă din doi dipoli repliaţi, cu posibilitatea modificării direcţiei principale de radiaţie cu 180°, prin alimentarea diferenţială a celor doi dipoli.

Cei doi dipoli repliaţi în λ/2 sînt aşezaţi paralel la o distanţă de λ/4 unul de altul, alimentaţi prin linii din cablu panglică cu

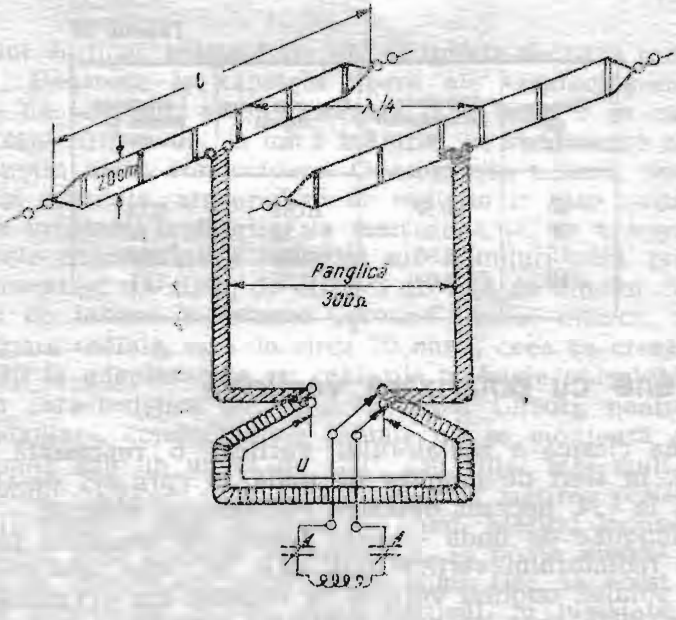


FIG. 462

impedanţa de 300 ohmi, de aceeaşi lungime. În plus, se confecţionează un segment din cablu panglică, similar cu cel folosit la liniile de alimentare, a cărui lungime este egală cu λ/4 şi care, cu ajutorul unui comutator bipolar, se poate conecta în serie cu oricare din cele două linii de alimentare.

Principiul de funcţionare, arătat de fapt în fig. 462, constă în aceea că unul din elementele antenei, respectiv radiatorul ales, se conectează direct la radioemiţător, iar al doilea element se conectează prin linia de alimentare şi segmentul suplimentar în λ/4. În acest fel se creează un decalaj de faze între curenţii din cei doi dipoli de 90°, unul devenind oscilator (cel alimentat direct), iar celălalt reflector, direcţia de radiaţie putînd fi schimbată cu 180°.

În direcţia radiaţiei de bază, coeficientul de cîştig de cîmp al antenei este de circa 5 dB, lărgimea lobului principal de radiaţie fiind 60°, iar atenuarea faţă de spatele antenei de 20 dB.

Linia de alimentare între radioemiţător şi punctul de comutare are impedanţa de 140...150 ohmi. Inconvenientul antenei constă în faptul că nu poate fi folosită decît pentru o singură bandă, în tabelul 59 fiind indicate datele de realizare pentru diferitele benzi de unde scurte.

Tabelul 59

Banda m	Lungimea elementului m	Distanţa între dipoli m	Lungimea buclei U m
40	20,57	10,64	8,72
20	10,30	5,32	4,36
15	6,85	3,54	2,90
10	5,09	2,65	2,17

Antene cu polarizare verticală

Forma clasică a radiatorului vertical o reprezintă antena verticală, în sfert de lungime de undă, la care cel de-al doilea segment, în λ/4, necesar obţinerii radiatorului obişnuit — în jumătate lungime de undă — este format de imaginea reflectată pe sol a radiatorului vertical (fig. 463). În cazul conductibilităţii ideale a solului, unghiul vertical de radiaţie are o valoare foarte mică (fig. 464), ceea ce este avantajos legăturilor radio la dis-

tanțe mari, iar diagrama de radiație în plan orizontal este omnidirecțională. Practic, conductibilitatea solului fiind diferită de cea ideală, apar deformări ale diagramei de radiație, ca urmare a pierderilor suplimentare.

Antena „ground plane". Antena „ground plane" clasică (fig. 465) este o variantă îmbunătățită a radiatorului vertical în sfert de lungime de undă, la care rolul îl joacă un număr de conductoare în sfert de lungime de undă, așezate orizontal, la baza ra-

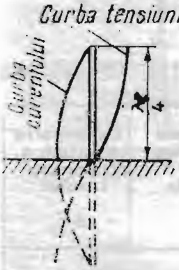


FIG. 463

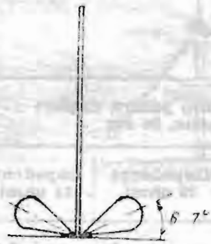


FIG. 464

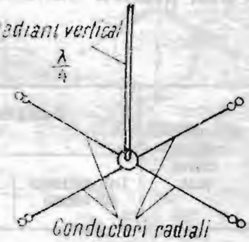


FIG. 465

diatorului vertical, legate între ele și izolate de baza radiatorului vertical. Deoarece la capetele libere ale conductoarelor avem maxime de tensiuni, acestea trebuie bine izolate. În cazul cînd antena este suspendată la mică înălțime, se recomandă un număr de cel puțin patru conductoare. O asemenea antenă, corect construită și acordată, are unghiul de radiație în plan vertical deosebit de favorabil legăturilor la mari distanțe, ca urmare a unei importante concentrații a radiației sub unghiuri mici, practic antena prezentînd un cîștig de circa 3 dB față de dipolul clasic. Rezistența de intrare a antenei „ground plane" clasice, cu patru conductoare radiale, este de circa 30 ohmi, ceea ce creează unele dificultăți la adaptarea sa cu cablurile coaxiale obișnuite, cu impedanța caracteristică de 72...75 ohmi. Uneori, pentru o mai bună adaptare, conductoarele radiale nu se montează orizontal, ci inclinate sub un unghi de 135°, sau chiar mai mult, față de radiatorului vertical, ceea ce are ca efect mărirea rezistenței de intrare a antenei pînă la circa 50 ohmi. Mărind înclinația conductoarelor pînă aproape de verticală, se poate ajunge la o rezistență de intrare apropiată de 70 ohmi. Dar, în acest caz, antena se transformă într-un dipol vertical, în jumătate lungime de undă, radiațiile verticale se produc sub unghiuri mai mari,

ceea ce defavorizează lucrul DX. De aceea, pentru adaptarea impedanței cablului coaxial de alimentare cu antena se folosesc, de obicei, alte metode, cum ar fi o buclă de adaptare în sfert de lungime de undă (fig. 464).

În tabelul 60 sînt date dimensiunile geometrice ale radiatorului antenei „ground plane" pentru diferite benzi de radioamatori. Conductoarele radiale sînt în general cu 2,5% mai lungi ca radiatorul vertical. În tabel găsim în prima coloană diametrul radiatorului vertical, în mm, iar în celelalte coloane, lungimea sa în cm, pentru benzile de 28 ; 21 ; 14 şi 7 MHz.

Tabelul 60

Diametrul radiatorului mm	Lungimea radiatorului pentru cabluri coaxiale, diferite, în cm				Lungimea conductoarelor radiale cm	Capacitatea maximă a condensatorului pF
	Impedența 52 ohmi	Impedența 60 ohmi	Impedența 70 ohmi	Impedența 75 ohmi		
Banda 7 MHz (frecvența de acord 7 050 kHz)						
2	1 186	1 240	1 299	1 311	1 040	250
6	1 185	1 239	1 298	1 310	1 040	250
10	1 183	1 236	1 295	1 307	1 040	250
20	1 177	1 230	1 288	1 300	1 040	250
40	1 164	1 217	1 275	1 286	1 040	250
Banda 14 MHz (frecvența de acord 14 100 kHz)						
2	593	620	652	658	520	150
6	591	619	651	656	520	150
10	590	618	650	655	520	150
20	588	615	647	653	520	150
40	576	602	634	640	520	150
Banda 21 MHz (frecvența de acord 21 150 kHz)						
2	396	414	434	490	349	130
6	395	413	432	439	349	130
10	391	409	427	434	349	130
20	387	405	423	430	349	130
40	383	401	419	425	349	130
Banda 28 MHz (frecvența de acord 28 200 kHz)						
2	297	311	326	329	262	100
6	294	308	322	325	262	100
10	292	305	320	323	262	100
20	289	302	316	319	262	100
40	274	297	311	314	262	100

• **Antena „ground plane", cu trei conductoare radiale înclinate la 135°.** Construită și experimentată de radioamatorul elvețian HB9OP, antena (fig. 467) folosește trei conductoare radiale, cu unghiuri de 120° unul față de celălalt, în plan orizontal, și înclinate în plan vertical sub un unghi de 135° față de radiatorul vertical. Antena are un unghi de radiație vertical de 6...7° și o diagramă de radiație, în plan orizontal, avînd aspectul unei tre-

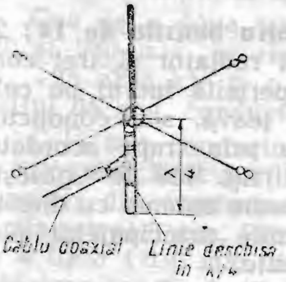


FIG. 466

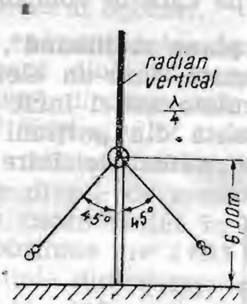


FIG. 467

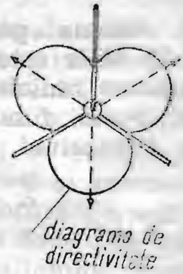


FIG. 468

fle (fig. 468). Unghiul vertical de radiație menționat mai sus se obține la o înălțime de suspendare a antenei de 6 m de la sol. Rezistența de intrare a antenei este de circa 50 ohmi, ceea ce permite alimentarea sa în bune condiții cu ajutorul unui cablu coaxial cu impedanța de 50...52 ohmi. Și la acest tip de antenă numărul conductoarelor radiale și înclinația lor influențează atît rezistența de intrare a antenei, cît și unghiul de radiație al acesteia. Astfel reducînd numărul de conductoare radiale pînă la unul singur, rezistența de intrare a antenei ajunge pînă la 68 ohmi, iar în cazul a patru conductoare radiale, pînă la 44 ohmi. De remarcat însă că performanțele maxime se obțin folosind varianta cu trei conductoare radiale înclinate la 135°, alimentarea realizîndu-se prin cablu coaxial cu impedanța 52 ohmi.

Antene „ground plane multiband"

Mai înainte am scos în evidență avantajele antenelor verticale de tip „ground plane", cu dimensiuni relativ reduse, cu un cîștig de cîmp electromagnetic bun, în special pentru lucrul DX și un spectru mai redus de radiații parazite T.V.I. și B.C.I.

Din păcate, tipurile de antene „ground plane" folosite în mod curent sînt în general monoband, iar tipurile multiband

necesită fie comutatoare mecanice greu de realizat și întreținut, fie circuite speciale, comutabile pentru fiecare bandă, fie soluții de compromis, ce nu permit funcționarea cu randament maxim decît pe una din benzi.

Pornind de la ideea păstrării tuturor avantajelor antenei „ground plane monoband" am trecut la proiectarea, realizarea și experimentarea mai multor variante de antenă „ground plane multiband" cu trape, pe care le vom descrie în continuare.

Antena „ground plane multiband", pentru benzile de 14; 21 și 28 MHz este compusă dintr-un element radiator și trei conductoare radiale calculate astfel încît să permită lucrul pe cele trei benzi, fiind formată din porțiuni de țeavă, sau conductor de dimensiuni critice, conectate între ele prin trape acordate. În fig. 469 se găsește schema antenei cu dimensiunile principalelor elemente.

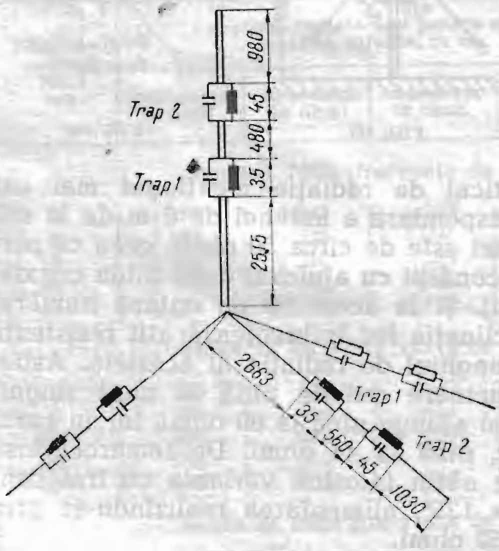


FIG. 469

Porțiunile radiatorului, de 2 515 mm, și de 480 mm, se realizează dintr-o țeavă de cupru sau duraluminiu, de 20 ... 30 mm diametru, iar porțiunea de 980 mm, din același gen de țeavă, dar cu diametrul de 14 ... 20 mm. Conectarea celor trei porțiuni se face prin intermediul unor cilindri izolați, realizați din material izolant (calit, material ceramic sau, în lipsă, din textolit) care se introduc pe o distanță de circa 40 mm în interiorul celor două țevi, lăsîndu-se între ele o distanță care reprezintă 35 mm pentru prima trapă, respectiv între secțiunile de 2 515 mm și 480 mm, și 45 mm pentru cea de-a doua trapă, cuprinsă între secțiunile de 480 și 980 mm. Felul de montare este arătat în fig. 470.

Cilindrii izolați vor intra forțat în cele două țevi, fiind apoi fixați solidar cu acestea, cu un șurub ∅ 2 ... 3 mm.

Prima trapă, între porţiunile de ţeavă de 2 515 şi 480 mm, se realizează dintr-un condensator ceramic de 24 ... 25 pF/3 kV, ale cărui contacte se cositoresc direct pe capetele ţevilor, şi dintr-o bobină de patru spire adiacente, avînd diametrul 65 mm, realizată din conductor de cupru izolat în policlorură de vinil, cu diametrul conductorului 3 mm. Capetele bobinei se lipesc la cele două ţevi în aceleaşi puncte cu cele ale condensatorului, care se va găsi plasat în interiorul bobinei.

Cea de a doua trapă, cuprinsă între porţiunile de ţeavă de 480 şi 980 mm, se realizează dintr-un condensator ceramic de 24 ... 25 pF/3 kV şi o bobină din şase spire adiacente, cu diametrul 65 mm, conductorul fiind similar celui de la prima trapă.

Cele trei conductoare radiale sînt similare şi se realizează în întregime (atît porţiunile drepte de conductor, cît şi bobinele trapelor) din conductor de cupru izolat în policlorură de vinil, cu diametrul 3 mm. Prima porţiune are 2 663 mm, a doua 560 mm, iar a treia 1 030 mm, distanţele dintre capetele porţiunilor rezervate trapelor fiind de 35 mm pentru prima trapă, cuprinsă între porţiunile de 2 663 mm şi 560 mm, şi 45 mm pentru a doua trapă.

Pentru realizarea trapelor conductoarelor radiale vom confecţiona cîţiva suporţi din material izolant, avînd forma şi di-



FIG. 470

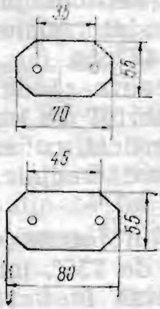


FIG. 471

mensiunile din fig. 471 şi grosimea de 8 ... 10 mm. În cele două orificii ale suportului se leagă capetele conductoarelor, precum şi capetele bobinei de la fiecare trapă. Bobinele se realizează în exterior şi apoi se introduc pe suport. Condensatoarele se aşază în interiorul bobinei, pe suport, şi se lipesc la capetele acesteia.

Condensatoarele folosite vor fi similare cu cele de la trapele radiatorului vertical, de 24 ... 25 pF.

Bobinele vor avea pentru prima trapă, cuprinsă între porţiunile de conductor de 2 663 mm şi 560 mm, un număr de 4,5 spire adiacente, cu diametrul 63 mm, iar pentru cea de-a doua trapă, 6,5 spire adiacente, cu acelaşi diametru.

Ansamblul se fixează pe un suport izolant, aşezat în capul unei ţevi de fier sau al unui stîlp de lemn, suport ce poate fi realizat după posibilităţile şi inspiraţia fiecărui radioamator. Noi

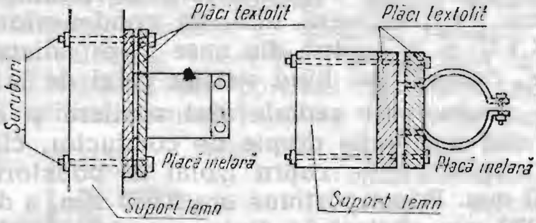


FIG. 472

am folosit următoarea soluţie: o ţeavă metalică de 5 m lungime avînd un diametru de 50 mm, în capătul căreia am fixat un suport de lemn pe care, cu ajutorul unor coliere, am plasat radiatorul vertical, prinzîndu-l la bază şi la 60 cm de la bază. Colierele sînt izolate de suportul de lemn prin plăci de textolit, ca în fig. 472.

Se realizează de asemenea un colier de cupru, care să îmbrace suportul de lemn, la 20 mm sub capătul inferior al radiatorului vertical, colier de care se prind la distanţe egale cele trei conductoare radiale, ca şi cămaşa metalică a cablului coaxial de 52 Ω.

Unghiul format de conductoarele radiale cu radiatorul vertical este de 135°, iar cablul coaxial va fi dispus cît mai vertical posibil, pînă la baza suportului. Cele trei conductoare radiale servesc în acelaşi timp ca ancore pentru întreaga construcţie şi, de aceea, şi conductoarele folosite în prelungirea lor vor avea diametrul 3 mm.

Modul de lucru al antenei. Pentru gama de 28 MHz lucrează primul segment de ţeavă de la radiatorul vertical, avînd lungimea de 2 515 mm şi primele segmente ale conductoarelor radiale avînd 2 663 mm. Restul elementelor antenei nu lucrează pentru această gamă, primul rînd de trape, atît de pe radiatorul vertical cît şi de pe conductoarele radiale, prezentînd pentru această bandă o rezistenţă foarte mare, funcţionînd deci ca filtre.

Pentru banda de 21 MHz bobinele din primele trape au rolul de prelungire a radiatorului şi, respectiv, a conductoarelor radiale, astfel încît pe această bandă lucrează la radiatorul vertical atît segmentul de ţeavă de 2 515 mm, cît şi prima trapă şi segmentul de ţeavă de 480 mm, iar cea de a doua trapă joacă rolul de filtru.

La conductoarele radiale, lucrează pe această bandă atît porţiunea de 2 663 mm cît şi prima trapă, şi porţiunea de 560 mm, cea de-a doua trapă jucînd rolul de filtru.

Pentru banda de 14 MHz lucrează toate elementele componente ale antenei, atît la radiatorul vertical, cît şi la conductoarele radiale.

Reglajul antenei constă în stabilirea frecvenţelor de lucru optime pentru trape. Se începe prin reglarea trapelor de pe radiatorul vertical, şi anume, a primei trape, a cărei frecvenţă de lucru optimă se găseşte în jurul a 27,4 MHz. Reglajul constă în îndepărtarea cu grijă a spirelor de la bobina primei trape, pornind de la marginea bobinei, pînă se ajunge în jurul frecvenţei dorite, măsurată cu un grid-dip-metru precis etalonat.

Se procedează la fel cu primele trape de la conductoarele radiale, care lucrează optim pe o frecvenţă în jurul a 27,0 MHz.

După acest prim reglaj, „la rece", se trece la reglajul „la cald", cu antena alimentată şi cu un măsurător de cîmp montat între radioemiţător şi cablul de alimentare cu impedanţa de 52 Ω. Aceasta constă în reglarea frecvenţei trapelor, pornind de la trapa de pe radiatorul vertical şi continuînd cu cele de pe conductoarele radiale, pentru a se obţine cel mai mic coeficient de unde reflectate (S.W.R.).

După reglajul făcut astfel, pentru banda de 28 MHz, trecem la reglarea „la rece", cu ajutorul grid-dip-metrului, a celui de al doilea rînd de trape, începînd cu trapa de pe radiatorul vertical, astfel încît frecvenţa de rezonanţă a acestuia să fie în jurul a 20,4 MHz, iar a trapelor de pe conductoarele radiante, în jurul a 20 MHz.

Urmează reglajul „la cald" ca şi în primul caz, stabilind poziţiile optime pentru cel mai mic coeficient de unde reflectate (S.W.R.) pentru banda de 21 MHz.

Pentru banda de 14 MHz reglajul constă în adăugarea la capetele conductoarelor radiale a unor porţiuni de conductor dezizolat de circa 200 mm, care se scurtează din 25 în 25 mm, pînă se obţine cel mai bun coeficient de unde staţionare.

Reglajele amintite trebuie făcute cu grijă şi răbdare şi sînt absolut necesare, deoarece elementele antenei sînt direct influenţate de obiectele înconjurătoare, mai ales cînd acestea sînt

metalice, și chiar numai de țesătura metalică din betonul clădirilor. De aceea nu se poate stabili un reglaj valabil pentru toate cazurile, poziția pe care o va da antenei fiecare radioamator influențînd direct acest reglaj atît „la rece", cît și „la cald".

Pentru ușurință, reglarea trapelor de pe radiatorul vertical se face cu antena aplecată, astfel ca să se ajungă la trape, și cu conductoarele radiale așezate pe cît posibil la 120° unul de celălalt și depărtate de acoperișuri cu cel puțin 40...50 cm.

Reglajul final al trapelor de pe conductoarele radiale se face după montarea definitivă a antenei.

Pentru protejarea trapelor împotriva intemperiilor, se confecționează cutii din material plastic transparent, subțire, care să îmbrace trapele fără a presa pe ele, și să se închidă pe porțiunile de țeavă de la un capăt și celălalt al trapei. Trebuie avut grijă să nu folosim pentru cutii de protecție materiale cu o proastă izolație, care ar modifica în mod direct frecvența de lucru a trapelor, schimbînd caracteristicile antenei.

În lipsa acestor cutiuțe, trapele pot fi îmbrăcate în polietilenă subțire, transparentă, care se leagă de țevile radiatorului sau de porțiunile drepte ale conductoarelor radiale, folosind numai fir din material plastic.

Rezultate obținute în traficul de radioamator. După efectuarea reglajelor atît „la rece" cît și în lucru, s-a obținut un coeficient de unde staționare foarte bun pe cele trei benzi, și anume: în porțiunea de la 28 pînă la 28,5 MHz, între 1 și 1,3, de la 21 pînă la 21,4 MHz între 1,05 și 1,3, iar pe banda de 14 MHz, între 1,2 și 1,5.

Controalele primite în DX, din toate direcțiile, au fost superioare celor obținute cu vechea antenă, un dublu „long-wire", avînd cîte 41,50 m lungime, așezat fiecare în formă de „V" și alimentat fie simetric, fie paralel, după direcția de lucru, cu un cîștig de cîmp de la 3...6 dB pe diferite direcții. Doar pe direcția bisectoarei unghiului format de cele două „long-wire" în „V", controalele au fost egale și puțin mai slabe, ca urmare a directivității mai bune a vechiului sistem, pe această direcție. Comparativ cu o antenă „Windon", de 20,40 m lungime, controalele au fost superioare pe toate direcțiile.

Ușurința în traficul DX a crescut, media controalelor obținute înainte, situată în medie în jur de S7, crescînd pînă la S8—S9.

Și la distanțe reduse, în Europa și în țările vecine, controalele obținute au fost în general egale, și uneori superioare celor obținute cu vechile antene.

Din punct de vedere al perturbaţiilor T.V.I. şi B.C.I. am obţinut de asemenea o îmbunătăţire substanţială.

În afara antenelor directive rotative, cu elemente pasive, considerăm că acest gen de antenă este cel mai recomandabil, în special în locuri aglomerate, unde spaţiul disponibil este redus.

O variantă a antenei descrise este cea din fig. 473, în care radiatorul vertical cu trape este similar cu cel de la prima variantă, iar conductoarele radiale sînt în număr de 6, cîte 2 pentru fiecare bandă, în unghi de 135°, din conductoare continue, cu dimensiuni critice.

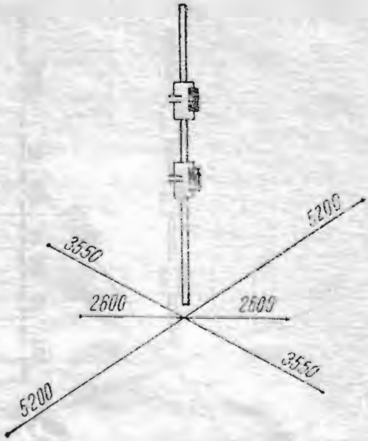


FIG. 473

Dimensiunile conductoarelor radiale sînt următoarele: pentru banda de 28 MHz = 2 600 mm; pentru banda de 21 MHz = 3 550 mm; pentru banda de 14 MHz = 5 250 mm.

Reglajul constă în adaptarea trapelor radiatorului vertical şi determinarea lungimilor optime ale conductoarelor radiale (prin lungire şi scurtare), pînă se obţine cel mai mic coeficient de unde reflectate.

Antenă „ground plane" pentru benzile de 7 ; 14 ; 21 şi 28 MHz. Este realizată pe aceleaşi principii ca şi varianta pentru trei benzi, fiind compusă tot dintr-un radiator vertical şi trei conductoare radiale (fig. 474).

Radiatorul vertical este alcătuit din patru porţiuni de ţeavă din cupru sau duraluminiu, şi trei trape acordate, intercalate. Primele trei porţiuni de ţeavă şi trapele 1 şi 2, pornind de la baza radiatorului, sînt identice ca dimensiuni cu cele de la varianta pentru trei benzi. Apare în plus trapa 3 şi porţiunea de ţeavă de 3 290 mm. Diametrul porţiunilor de ţeavă este, în cazul acestei antene, de 30 mm pentru porţiunile de 2 515 mm şi cea de 480 mm, de 22 ... 24 mm pentru porţiunea de 980 mm şi de 14 ... 18 mm pentru porţiunea de 3 290 mm, iar îmbinările se fac tot prin cilindri de calit, material ceramic sau, în lipsă, textolit. Distanţele dintre capetele porţiunilor de ţevi, rezervate pentru trape, sînt 35 mm şi 45 mm, respectiv 50 mm pentru trapa 3.

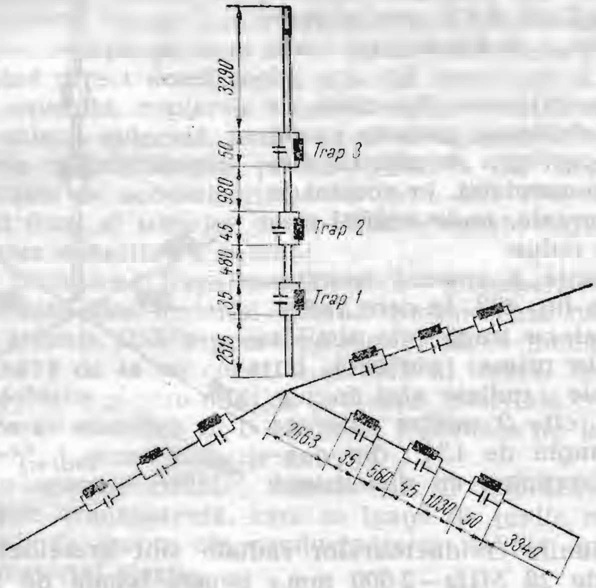


FIG. 474

Trapa 3 este formată dintr-un condensator ceramic de 24... 25 pF la o tensiune de lucru de 3 kV și o bobină cu opt spire adiacente, din conductor de cupru izolat în policlorură de vinil, cu diametrul 3 mm. Bobina se acordează pe frecvența de 14,1 MHz.

Conductoarele radiale, în număr de trei, sînt formate fiecare din cîte patru porțiuni drepte de conductor, între care se găsesc intercalate trei trape. Dimensiunile porțiunilor drepte sînt 2 663 mm, 560 mm, 1 030 mm și 3 340 mm, trapele 1 și 2 fiind similare cu cele de la antena pentru trei benzi, iar trapa 3 care se realizează pe un suport din material izolant, de forma și dimensiunile din fig. 475, este formată dintr-un condensator ceramic de 24...25 pF, la tensiunea de 3 kV, și o bobină de 8,5 spire adiacente, cu diametrul 63 mm, din conductor Cu ∅ 3 mm, izolat cu policlorură de vinil, avînd frecvența de lucru în jurul a 13,8 MHz.

Reglajul antenei se face ca și în cazul celei pentru trei benzi pornind de la radiatorul vertical și continuînd cu conductoarele radiale. La capătul acestora din urmă vom adăuga mici porțiuni

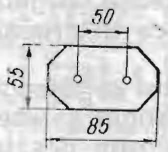


FIG. 475

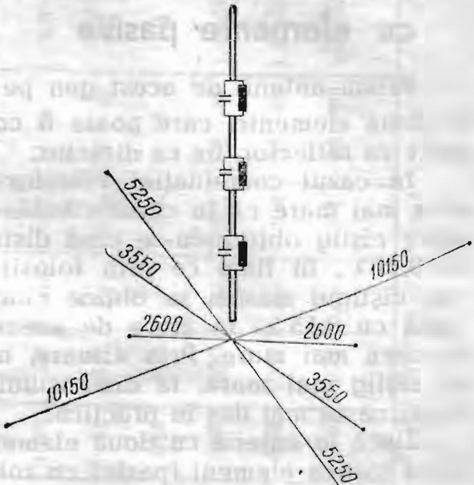


FIG. 476

de conductor, de circa 300 mm, care se scurtează din 25 în 25 mm, pînă se obține cel mai bun coeficient de unde staționare.

La fel se procedează și pentru montarea antenei, a suportului sau conectarea cablului coaxial de 52 Ω impedanță.

O variantă este cea de la fig. 476, la care radiatorul vertical rămîne același, iar conductoarele radiale cu trape sînt înlocuite cu un număr de opt conductoare continue, cîte două pentru fiecare bandă, tot în unghi de 135° față de radiatorul vertical, avînd dimensiunile: pentru banda de 7 MHz: 10 150 mm; pentru banda de 14 MHz: 5 250 mm; pentru banda de 21 MHz: 3 550 mm și pentru banda de 28 MHz: 2 600 mm.

Ca mod de funcționare, pe benzile de 28; 21 și 14 MHz lucrează primele trei segmente și trapa 1 și 2, iar pe banda de 7 MHz, atît radiatorul vertical, cît și conductoarele radiale, cu toate elementele componente.

Rezultatele sînt deosebit de bune din punct de vedere al cîștigului de cîmp și al unui coeficient redus de unde reflectate, putîndu-se lucra cu ușurință în DX, pe toate cele patru benzi.

Antene directive orizontale, cu elemente pasive

Prima antenă de acest gen pe care o vom analiza va fi cea cu două elemente, care poate fi construită fie folosind elementul pasiv ca reflector, fie ca director.

In cazul combinației vibrator-director, cîștigul antenei este ceva mai mare ca în cazul combinației vibrator-reflector, cel mai mare cîștig obținîndu-se cînd distanța între elemente este egală cu 0,11 λ, în timp ce prin folosirea combinației vibrator-reflector, cîștigul maxim se obține cînd distanța între elemente este egală cu 0,15 λ. În afara de aceasta, lungimea reflectorului este cu ceva mai mare. Prin urmare, un vibrator cu director asigură un cîștig mai mare, la dimensiuni mai mici, ceea ce determină folosirea sa mai des în practică.

Dacă la antena cu două elemente vibrator-director se adaugă un al treilea element (pasiv) cu rolul de reflector, cîștigul antenei crește. Antenele directive cu trei elemente sînt folosite des în benzile de 20 ; 15 și 10 m, mai rar în cea de 40 m.

Dimensiunile geometrice pentru antena cu două sau trei elemente sînt indicate în tabelul 61, împreună cu parametrii electrici, iar în fig. 477 sînt prezentate schematic antene cu două și trei elemente.

Dimensiunile indicate sînt valabile numai în cazul în care antenele se instalează la o înălțime de cel puțin λ/2 față de sol. In acest caz, de la frecvența de rezonanță vom avea o deviație mai mică de 50 kHz. Dacă înălțimea este mai mică de λ/2 atunci

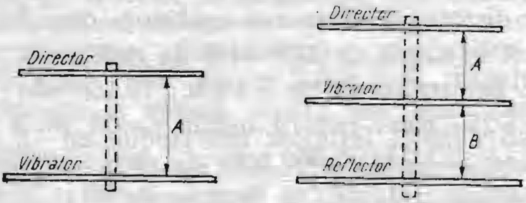


FIG. 477

și frecvența de rezonanță se micșorează sub influența pămîntului, de exemplu : dacă frecvența de rezonanță este egală cu 21,2 MHz, în realitate va avea 20,8 MHz. In afară de aceasta se mărește unghiul vertical de radiație, ceea ce are ca efect scăderea semnalului la distanțe mari.

Tabelul 61

Antene cu 2 și 3 elemente	Frecvență MHz	Câștig de cîmp dB	Impedanță	Raportul față-spate dB	Lungimea vibratorului, cm	Lungimea directorului, cm	Lungimea reflectorului, cm	Distanța A cm	Distanța B cm	Diametrul țevii mm	S.W.R.
Antene pentru 10 m	28,5	4,5—5	20	10—15	503	466	—	128	—	35—40	1,3
10 m bandă telegrafică	28,1	5—5,5	18	10—15	516	486	—	131	—	25	—
Antene pentru 15 m	21,2	5—5,5	18	10—15	683	634	—	170	—	25	1,3—1,7
Antene pentru 20 m	14,15	5—5,5	18	10—15	1024	966	—	259	—	35—40	1,3—1,75
Antene pentru 40 m	7,05	5—5,5	18	10—15	2053	1973	—	518	—	50	1,5
Antene pentru 10 m	28,2	7,5—8	22	20	513	471	546	—	154	30—40	1,3
Antene pentru 15 m	21,2	8—8,5	20	25	683	640	722	—	198	25	1,4
Antene pentru 20 m	14,15	8—8,5	20	25	1019	958	1079	—	302	35—40	1,4—18
20 m bandă telegrafică	14,05	8—8,5	20	25	1026	969	1087	—	304	35—40	1,2—2,5
20 m bandă telefonică	14,25	8—8,5	20	25	1012	952	1072	—	304	35—40	1,3—2,0

Obiectele aflate în apropierea antenei provoacă reflecţii neprevăzute şi absorbţia energiei electromagnetice radiată de antenă. Antenele directive au avantajul că radiaţia lor de bază este concentrată într-un unghi mic şi, ca urmare, reflecţia şi absorbţia se observă numai în limita lobului principal al diagramei de radiaţie, după felul şi distanţa la care se găsesc obiectele.

Diametrul tuburilor metalice din care se confecţionează antenele directive orizontale influenţează frecvenţa de rezonanţă şi banda de trecere a antenei. Diametrul redus duce la îngustarea benzii de trecere, iar cele cu diametru mai mare, la lărgirea benzii de lucru şi scurtarea elementelor antenei. Abaterile de la dimensiunile calculate sînt sensibile cînd diametrul este cu peste 50% mai mare sau mai mic decît cel luat iniţial în calcul.

Antenă directivă cu dimensiuni reduse W8YIN. A fost realizată de radioamatorul W8YIN pentru banda de 20 m şi este formată din două elemente sub forma unor spirale (fig. 478), ceea ce reduce mult dimensiunile antenei faţă de cele ale uneia obişnuite, cu 2 elemente (2,25 m în loc de 10 m).

Spirele se înfăşoară pe o bară subţire, prin intermediul unor izolatori. Distanţa între elemente este 0,1 λ, respectiv 2,05 λ. Elementul pasiv trebuie folosit ca director, pentru a obţine un cîştig cît mai mare de cîmp electromagnetic. Dimensiunile fiind egale pentru ambele elemente, acordul elementului pasiv ca director se obţine prin modificarea dimensiunilor spiralei.

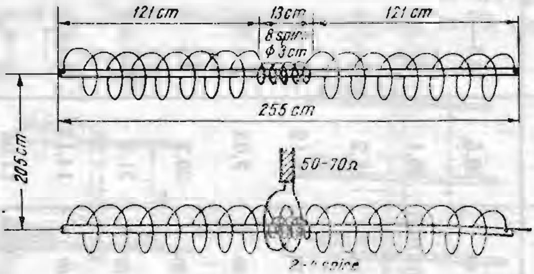


FIG. 478

Cuplarea elementului activ cu cablul coaxial de alimentare se face inductiv aşa cum este indicat şi în figură.

Frecvenţele optime de rezonanţă recomandate de autor sînt 14,1 MHz pentru radiator (elementul activ) şi 15,4 MHz pentru elementul director.

Antena directivă W3DZZ. Prin eficacitatea sa, antena aceasta este echivalentă cu trei antene separate, deoarece în construcţia ei nu se recurge la soluţii de compromis. În schimb, construcţia cere atenţie şi pricepere, în special la confecţionarea trapelor acordate.

Principiul de funcţionare al antenei este asemănător cu cel al dipolului multiband, conceput tot de W3DZZ. Radiatorul are dimensiunile corespunzătoare benzii de 28MHz, A_1 şi A_2 (fig. 479 *a*). La capetele lui libere sînt dispuse trapele acordate, compuse din inductanţe şi capacităţi conectate în paralel L_1, C_1 şi L_2, C_2, acordate în banda de 28 MHz. Pentru această bandă, trapele constituie circuite dop (de oprire), ca urmare a impedanţei lor mari, la rezonanţă, în bandă. În continuare urmează segmentele B_1 şi B_2 calculate astfel încînt, împreună cu segmentele A_1 şi A_2 şi trapele L_1, C_1, L_2, C_2, să rezoneze în banda de 21 MHz (fig. 479 b), bobinele L_1 şi L_2 avînd rolul de inductanţe de prelungire. Deoarece vibratorul trebuie să lucreze şi în banda de 14 MHz, la captele conductoarelor B_1 şi B_2 se leagă alte două trape, L_3, C_3 şi L_4, C_4 acordate în banda de 21 MHz, care constituie circuite dop pe această bandă.

În continuarea trapelor L_3, C_3 şi L_4, C_4 se conectează segmentele D_1 şi D_2.

Pentru banda de 14 MHz lucrează toate segmentele antenei A_1, A_2, B_1, B_2, D_1 şi D_2, iar bobinele L_1, L_2, L_3 şi L_4 lucrează

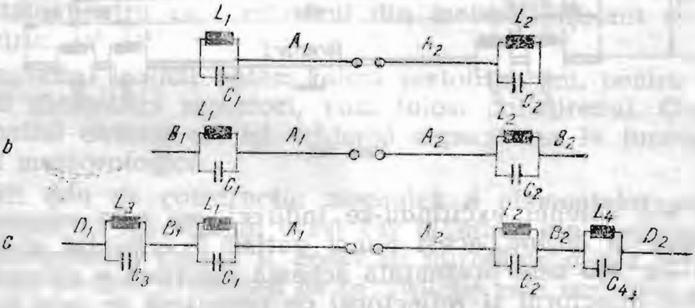


FIG. 479

ca prelungitori. Pentru banda de 21 MHz lucrează numai segmentele A_1, A_2, B_1 şi B_2 şi bobinele L_1 şi L_2, iar pe banda de 28 MHz, numai segmentele A_1 şi A_2. Vibratorul antenei W3DZZ reprezintă deci un element acordat simultan, în toate cele trei benzi de radioamatori.

În acelaşi mod, respectiv pe acelaşi principiu, se construiesc şi elementele pasive ale antenei, adică reflectoare şi directoare, frecvenţele de rezonanţă ale reflectoarelor fiind mai joase, iar ale directoarelor, mai înalte decît ale vibratorului. Elementele

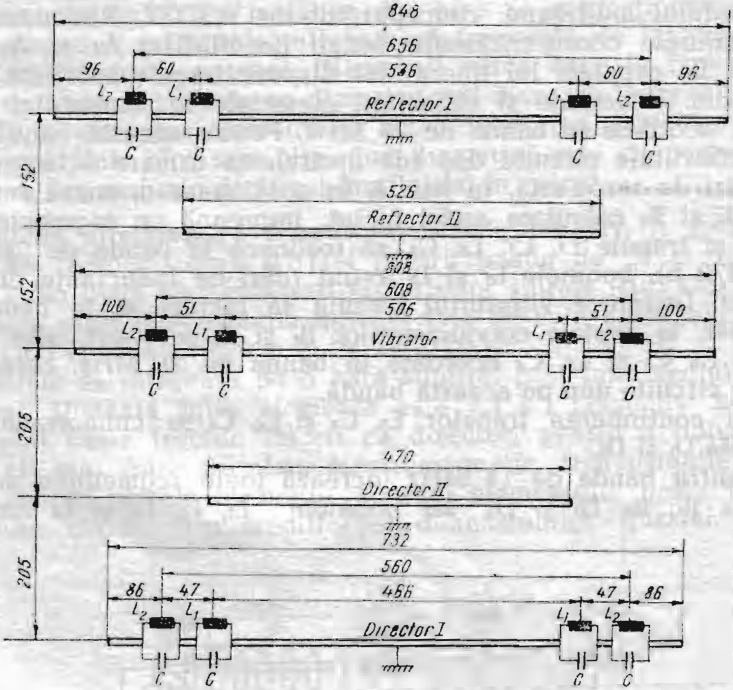


FIG. 480

pasive ale antenei excitîndu-se indirect, nu este nevoie să fie întrerupte la mijloc, acest punct putînd fi conectat şi la masă.

În fig. 480 este prezentată schema electrică a antenei.

Între directorul şi reflectorul cu rezonanţă în cele trei benzi sînt introduse două elemente pasive suplimentare, ce servesc ca director şi reflector în banda de 28 MHz, distanţele dintre vibrator, director şi reflector cu rezonanţe, în cele trei benzi, fiind prea mari pentru banda de 10 m.

În acest fel, în banda de 28 MHz antena lucrează cu 5 elemente, cîştigul fiind de 9 . . . 10 dB, iar în benzile de 21 şi 14 MHz lucrează cu trei elemente, cîştigul fiind de circa 8,5 dB, pentru

banda de 21 MHz şi de 8 dB pentru banda de 14 MHz. Cîştigul mai mic în banda de 14 MHz se explică prin aceea că distanţele dintre elementele pasive şi vibrator sînt ceva mai mici decît cele optime pentru această bandă.

Bobinajele L_1 au cîte cinci spire, din conductor de cupru ∅ 4 mm, iar diametrul interior al bobinei este de 62 mm. Bobinele L_2 au cîte şapte spire, pe acelaşi diametru şi cu acelaşi conductor. Capacitatea condensatoarelor C este de 25...29 pF. Pentru trapele L_1, C_1 frecvenţa de rezonanţă, este 28 MHz, iar pentru trapele L_2, C este 20,2 MHz. Acordarea trapelor pe aceste frecvenţe se face numai prin modificarea dimensiunilor bobinei, astfel încît capacităţile să rămînă mereu în limitele 25... 29 pF.

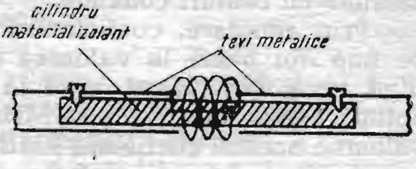


FIG. 481

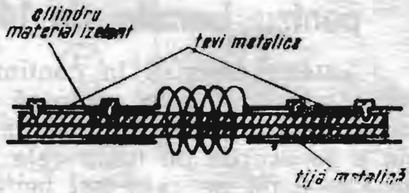


FIG. 482

În construcţia originală, propusă de W3DZZ, capacităţile C_1 şi C_2 se formează în următorul fel : tuburile metalice ce alcătuiesc elementele antenei se îmbracă pe un cilindru din material izolant, fixîndu-se de acesta ca în fig. 481. Astfel, între cele două segmente metalice se formează o capacitate pentru care cilindrul din material izolant serveşte ca dielectric.

Ca material izolant putem folosi textolitul sau, pentru parametrii săi dielectrici superiori, vom folosi polistirenul. Condensatorul astfel obţinut nu îşi schimbă capacitatea în funcţie de condiţiile meteorologice.

Un alt gen de construcţie mecanică a elementelor antenei este prezentat în fig. 482. În acest caz cilindrul din material izolant se găureşte în centru şi acolo se introduce o tijă metalică fixată cu un adeziv. Acest gen de construcţie este mult mai solidă şi se elimină riscul fisurării cilindrului din material izolant. Între tuburile metalice ale elementelor antenei şi tija metalică se formează capacitatea C.

Pentru obţinerea capacităţii de 25...29 pF se mişcă tuburile metalice pe cilindrul izolant, măsurînd valoarea capacităţii cu un capacimetru de precizie.

Pentru ambele moduri de formare a capacităţilor C, dimensiunile bobinelor rămîn constante.

Alimentarea antenei se face prin adaptarea în „Y" destul de comodă în cazul antenelor formate din tuburi metalice şi alimentate cu cabluri coaxiale.

Prin adaptare, coeficientul de unde reflectate poate fi adus pe una din benzi la valoarea de 1, pentru celelalte două benzi fiind ceva mai ridicat, pînă la 1,5. De obicei se face adaptarea optimă pentru banda de 21 MHz, pentru benzile de 28 şi 14 MHz valoarea acestui coeficient fiind pe deplin acceptabilă.

Antenă directivă cu 3 elemente pentru benzile de 14, 21 şi 28 MHz

Antena descrisă în continuare lucrează pe cele 3 benzi de radioamatori şi este compusă din vibratorul activ şi două elemente pasive, un director şi un reflector, toate avînd posibilitatea de a se acorda pe toate cele trei benzi. Antena oferă un cîştig de 7,5—8 dB pe cele trei benzi faţă de un dipol clasic. Schema

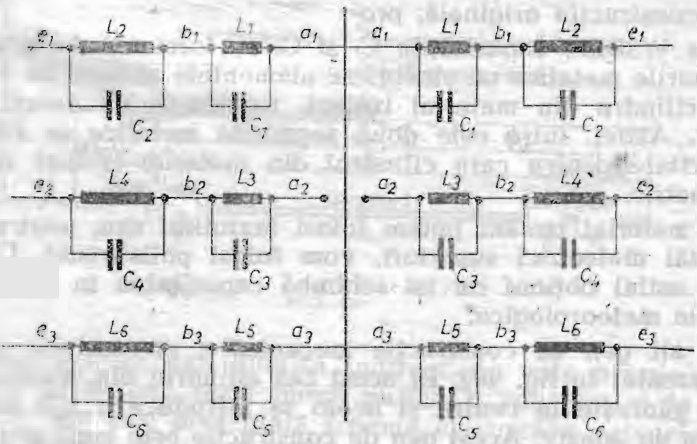


FIG. 483

electrică a antenei este arătată în figura 483, iar realizarea practică în figura 484.

Elementele antenei sînt formate din porţiuni de ţeavă de duraluminiu şi din trapuri acordate care constituie circuite de (de oprire) pentru anumite frecvenţe.

Fiecare trap este format dintr-o inductanţă şi o capacitate conectate electric în paralel. Capacitatea se realizează între ţevile de duraluminiu care se introduc una în alta. Antena este simetrică faţă de axa longitudinală. Toate elementele antenei sînt identice în cele două jumătăţi aşezate la dreapta şi la stînga traversei de susţinere (boom) a antenei.

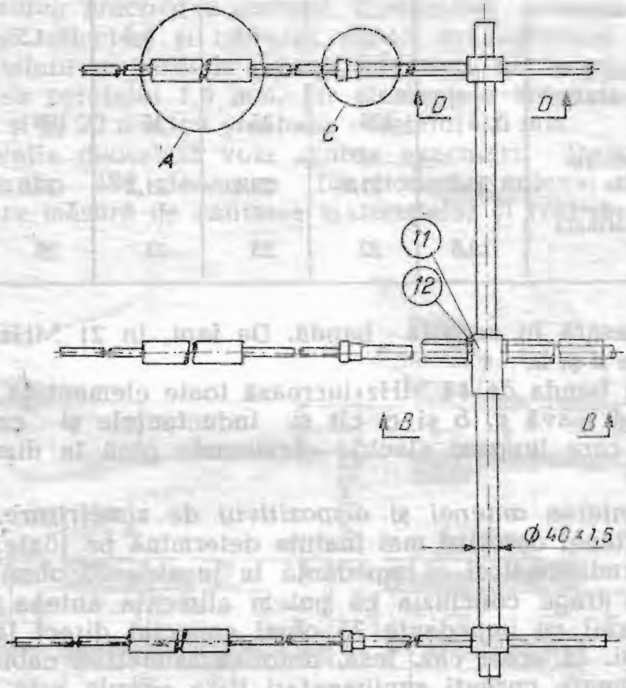


FIG. 484

În benzi de 28 MHz lucrează segmentele de ţeavă a_1, a_2 şi a_3. Inductanţele şi capacităţile trapurilor 1, 2 şi 3 sînt astfel alese încît au frecvenţe de rezonanţă similare cu ale fiecărui element, aşa cum sînt arătate în tabelul 62.

Datorită impedanţei mari a trapurilor pe frecvenţele de rezonanţă segmentele de ţevi *b* şi *c* nu au influenţă în banda de 28 MHz.

Pentru banda de 21 MHz reactanţa trapului pentru banda de 21 MHz măreşte lungimea electrică a elementului pînă la rezo-

Tabelul 62

Datele bobinei	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6
Inductanța μH	1,6	2,4	1,6	2,42	1,33	2,38
Număr de spire	16	24	17,5	26	14	24
Diametru conductor mm	1	1	1,5	1,5	1,5	1,5
Cît se introduce țeava în bobină mm	115	125	135	135	190	150
Frecvența de rezonanță MHz	29,2	21,9	28,4	21,2	27,6	20,4
Capacitate formată pF	18,5	22	25	23	26	26

nanța necesară în această bandă. De fapt, în 21 MHz lucrează segmentele *a* și *b*.

Pentru banda de 14 MHz lucrează toate elementele, atît segmentele de țeavă *a*, *b* și *c*, cît și inductanțele și capacitățile trapurilor care lungesc electric elementele pînă la dimensiunile necesare.

Alimentarea antenei și dispozitivul de simetrizare. Componentele antenei descrise mai înainte determină pe toate cele trei benzi de radioamatori o impedanță în jurul a 75 ohmi. De aici s-ar putea trage concluzia că putem alimenta antena printr-un cablu coaxial cu impedanța 75 ohmi conectat direct la bornele vibratorului. În acest caz, însă, datorită asimetriei cablului coaxial, vor apare curenți suplimentari care circulă prin blindajul cablului și care înrăutățesc caracteristica antenei, ducînd la mărirea lobilor de radiație lateral și posterior.

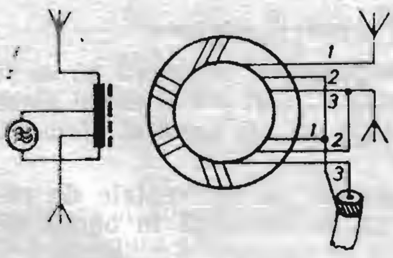


FIG. 485

De aceea este necesară conectarea cablului coaxial la antenă printr-un dispozitiv de simetrizare (balun) care este arătat în fig. 485 și care se realizează pe un miez toroidal de ferită cu dimensiunile următoare: diametrul exterior — 56 mm, diametrul

interior — 34 mm, înălţimea miezului — 10 mm. Se poate utiliza în acest scop un miez de ferită de fabricaţie românească FD-6.

Înfăşurarea se face cu 3 conductori izolaţi în paralel şi cu 10 spire, diametrul conductorului fiind de 1,4—1,5 mm.

Pentru a nu zgîria izolaţia conductorului la bobinare, torul de ferită va fi înfăşurat în prealabil cu bandă izolatoare subţire.

Realizarea practică a antenei. Elementele antenei (vibrator, director şi reflector) şi traversa suport se realizează din ţeavă de duraluminiu cu peretele subţire. Traversa, din ţeavă ∅ 38 mm şi grosimea peretelui 1,5 mm, iar elementele antenei, din ţeavă ∅ 24 mm şi ∅ 20 mm, cu grosimea peretelui 0,5 mm.

O atenţie deosebită vom acorda executării trapurilor prezentate în fig. 486, deoarece funcţionarea antenei depinde în foarte mare măsură de calitatea materialelor şi realizarea acestor trapuri.

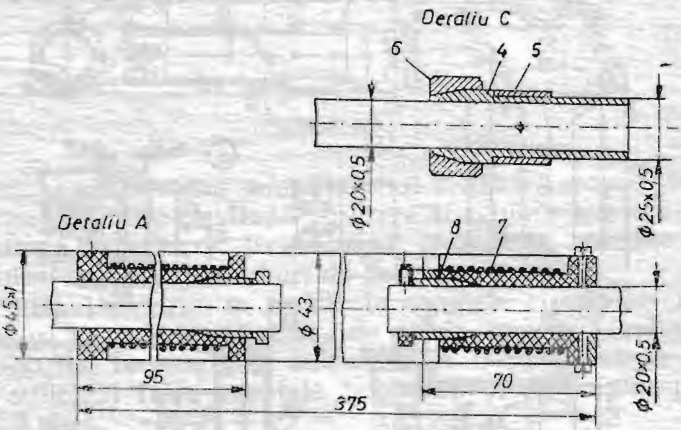


FIG. 486

Trebuie, de asemenea, să ţinem seama că antena este supusă acţiunii factorilor atmosferici, care pot determina uşor corodări şi contacte imperfecte. Astfel, prin fixarea conductorului de cupru al dispozitivului de simetrizare direct pe ţeava de aluminiu a vibratorului va apare o corodare puternică ce va duce în timp la înrăutăţirea contactului. De aceea, capătul conductorului de cupru va trebui cositorit înainte de efectuarea contactului.

Dispozitivul de simetrizare trebuie protejat prin introducerea într-o cutie metalică sau din material izolant.

În partea de jos a țevii exterioare a trapului se dau găuri de 1 mm ∅ pentru scurgerea condensului.

Detaliile de realizare sînt arătate în fig. 487, și anume:

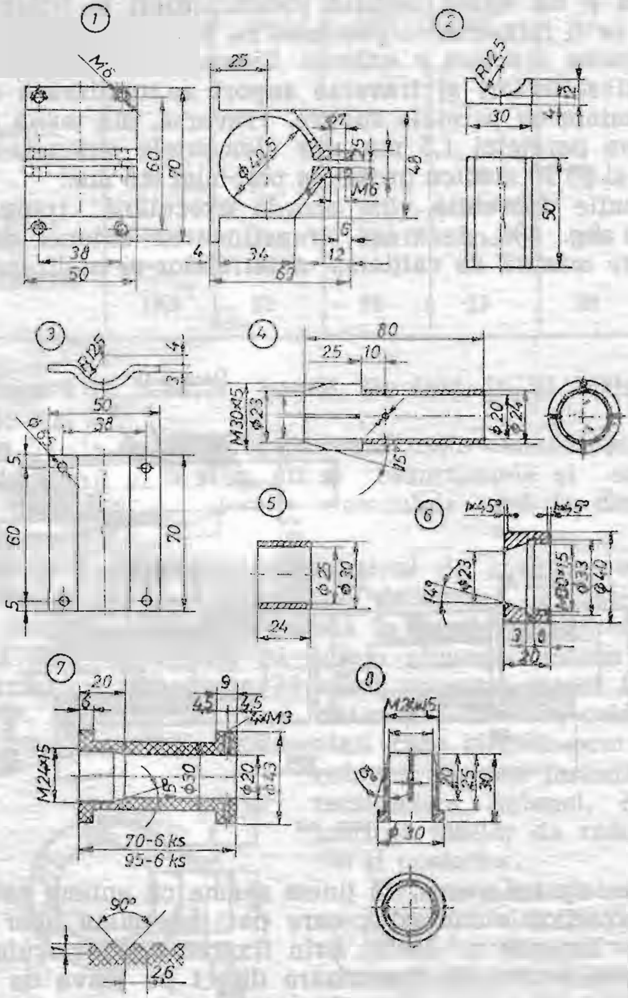


FIG. 487

1 — Bridă de dural 3 buc.
2 — Suport din dural 2 buc.
3 — Capac suport din aluminiu 2 buc.

4 — Bucşă de alamă 6 buc.
5 — Bucşă din dural 6 buc.
6 — Piuliţă din dural 6 buc.
7 — Carcasă din material izolant 12 buc.
8 — Bucşă din dural 12 buc.
9 — Piesă din aluminiu 1 buc.
10 — Izolator suport (ceramic sau polistirol) 4 buc.
11 — Cutia dispozitiv simetrizare 1 buc.

În fig. 488 sînt prezentate detaliile de fixare a elementelor antenei pe traversă, şi anume, în 488 a pentru vibrator, în 488 b pentru director şi reflector.

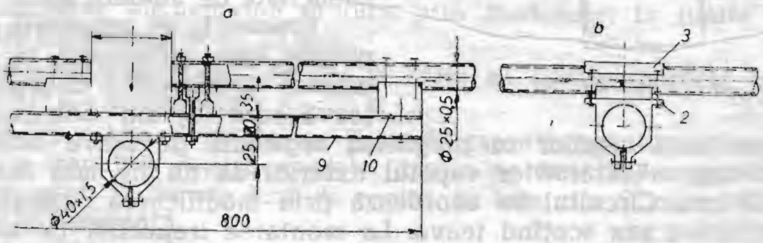


FIG. 488

Pentru comoditatea montajului şi realizării vom folosi bucşe de contact telescopice. După montare şi reglare bucşele se strîng cu piuliţele exterioare, fixînd sigur piesele în poziţiile stabilite. Vom folosi la montaj şuruburi de cel puţin 6 mm ∅.

În timpul lucrului în emisie la capetele circuitelor rezonante din trapuri apar tensiuni mari ; de aceea, pentru a evita străpungeri nedorite, la montarea bobinelor în trapuri trebuie să lăsăm spaţiu suficient între capetele bobinelor şi ţevile din jur (minimum 2,5 mm).

După reglarea antenei, spirele bobinelor şi contactele de la capetele acestora este bine să fie fixate cu lac pe bază de polistirol.

Vibratorul este fixat pe izolatori, care, la rîndul lor, sînt fixaţi pe un suport cu secţiune dreptunghiulară făcut din tablă de aluminiu cu grosimea de 2 mm îndoită şi sudată la colţuri. Dispozitivul de simetrizare se aşază, de asemenea, pe suportul 9 între capetele ţevilor vibratorului. În ţevi se introduc bucşe de contact care se fixează cu şuruburi. Cutia metalică a simetrizatorului se leagă la blindajul cablului şi, cu mai mulţi conductori groşi, se fixează la traversă.

Pentru a evita pătrunderea apei în trapuri, la capetele acestora și la capetele țevilor vom pune căpăcele din material plastic.

Reglarea antenei. Trapurile trebuie acordate pe frecvențele din tabelul 61 înainte de reglajul antenei montate. Operația trebuie făcută cu multă atenție. Pe circuitul asamblat se aplică tensiunea de radiofrecvență de la un generator de semnal prin rezistența R (fig. 489 A).

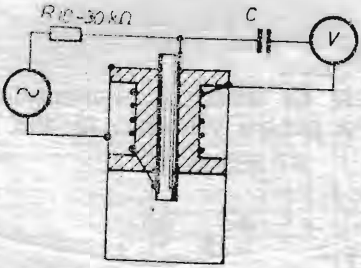


FIG. 489 A

Tensiunea la bornele circuitului se determină cu un voltmetru electronic conectat printr-o capacitate de valoare mică.

Frecvența de rezonanță a trapurilor este influențată în mare măsură de lungimea bucăților de țeavă care ies din bobină. Pentru evitarea erorilor se pregătesc segmente de țeavă astfel ca în timpul măsurătorilor capătul exterior să nu fie mai lung de 1—1,5 cm. Circuitul se acordează prin modificarea capacității, introducînd sau scoțînd țeava. La montarea trapurilor pe antenă, țevile antenei se introduc exact pe aceeași adîncime ca la acordul preliminar.

În timpul reglajelor antenei, la început se urmărește obținerea diagramei de directivitate dorite pe banda de cea mai mare frecvență, respectiv 28 MHz.

Dacă antena este realizată exact după dimensiunile și cu materialele indicate, trebuie ca diagrama stabilită să se obțină cu foarte puține reglaje.

Dacă vom folosi țevi de alte dimensiuni trebuie să ținem seama că țevile mai subțiri au inductanță mai mare, deci elementele vor trebui puțin scurtate. Cu țevi mai groase, elementele vor trebui făcute ceva mai lungi.

Acordarea antenei și măsurarea parametrilor ei se poate face în regim de emisie sau recepție.

La reglajul în recepție este necesar un emițător plasat cît mai departe și care să emită pe frecvențele necesare. Antena se conectează la un receptor cu o caracteristică de amplificare liniară prevăzută cu S-metru. Emițătorul trebuie să lucreze pe o antenă polarizată orizontal.

La început, emițătorul se pune pe mijlocul benzii de 28 MHz (28,15 MHz pentru CW și 28,6 MHz pentru S.S.B.). Se reglează

pe rînd lungimea reflectorului și apoi a directorului, dar numai în partea din mijloc (segmentele a_1, a_2, a_3), pînă realizăm diagrama la directivitatea dorită, adică pînă cînd unghiul de deschidere al lobului principal reprezintă 60° la o diferență de maximum 3 dB, apoi se reglează lungimea vibratorului pentru a obține un S.W.R. minim. Dacă S.W.R. (coeficientul de unde reflectate) este mai mare de 1,3, trebuie să încercăm mutarea mai în față sau mai în spate pe traversă mai întîi a directorului, apoi a reflectorului și să repetăm toată gama de reglaje de mai sus.

După reglajul în banda de 28 MHz, trecem la banda de 21 MHz. Pentru ușurința acordului în această bandă pot lipsi segmentele C_1, C_2 și C_3 care au importanță numai în banda de 14 MHz.

Acordarea elementelor se face prin modificări în limite reduse ale inductanțelor L_1, L_3 și L_5.

Dezacordarea trapurilor pe 28 MHz se poate corecta prin modificări ale capacităților C_1, C_3 și C_5.

Un alt sistem de reglaj ar fi modificarea lungimii țevii interioare a trapului. Pentru aceasta, țevile se fac la început mai lungi și apoi, la fiecare fază de reglaj, se taie cîte 5 mm pînă se ajunge la rezonanță.

După obținerea diagramei de directivitate și a S.W.R.-ului minim în 21 MHz se introduc segmentele C_1, C_2 și C_3. Dacă circuitele L_2, L_4 și L_6 sînt corect realizate, adăugarea segmentelor exterioare nu influențează caracteristica de directivitate obținută în banda de 21 MHz. Dacă diagrama se strică, vom modifica C_2, C_4 și C_6 pînă le aducem la forma dorită, ceea ce ne va da siguranța că trapurile sînt acordate pe frecvențele necesare.

Reglajul pe 14 MHz e simplu și constă în alegerea lungimii segmentelor C_1, C_2 și C_3.

Caracteristica de directivitate a antenei este arătată în diagrama alăturată (fig. 489 B) și este asemănătoare pe toate benzile.

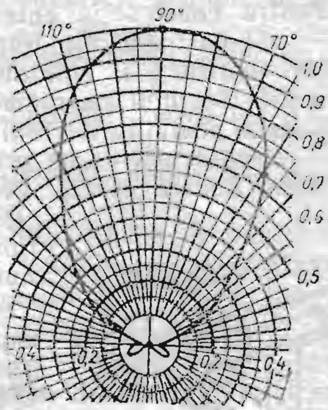


FIG. 489 B

Raportul față-spate este ≥ 23 dB, iar față-lateral ≥ 30 dB. Lărgimea lobului principal de radiație este sub 60°, iar S.W.R.-ul între 1 și 1,2 pe toate benzile pe frecvențele de rezonanță.

Antena cubică („Cubical-quad") pentru trei benzi de radioamatori

Acest gen de antenă și-a păstrat pe drept un renume deosebit, ca urmare a rezultatelor bune în traficul de radioamator.

Este formată din două bucle pătrate, avînd laturile egale cu aproximativ 1/4 λ și lungimea totală egală aproximativ cu λ. Unul din pătrate servește ca element activ radiant, iar celălalt ca element pasiv reflector, distanța între cele două elemente fiind cuprinsă între 0,12 și 0,20 λ.

Antena „quad" prezintă în comparație cu un dipol în λ/2 un cîștig de circa 6 dB, iar raportul față-spate este de peste 25 dB. Dacă se adaugă un al treilea element, respectiv un director, cîștigul crește pînă la 8 dB.

Ansamblul se montează la o înălțime egală cu cel puțin λ/2 deasupra solului, ce are o ușoară influență asupra impedanței, dar poate fi ușor eliminată la reglajul final al antenei.

Alte avantaje ale antenei „quad" sînt :

— Mai puțin sensibilă la perturbații, are o suprafață de captare, respectiv de radiație, mare, un efect directiv accentuat, se reduce efectul de fading (QSB).

— Unghiul de radiație este destul de mic, ceea ce favorizează legăturile la mari distanțe.

Pentru construcția antenei folosim următoarele materiale:

— opt bastoane din fibră de sticlă sau bambus, cu diametre diferite, pentru a fi montate telescopic, fiecare braț conținînd mai multe secțiuni cu diametre diferite, ce asigură o mai mare rigiditate și posibilitatea reglării lungimii brațului ;

— două cruci, ce se prind la extremitățile barei centrale de susținere, fiecare avînd prevăzute orificii pentru introducerea celor patru brațe ce formează suportul fiecărui cadran, ambele realizate din duraluminiu.

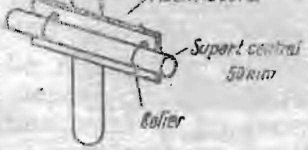


FIG. 490

Bara centrală de susținere este formată dintr-un tub de duraluminiu de 50 mm diametru și lungimea de 2,45 m. O placă de dural permite fixarea cu ajutorul unor coliere a barei centrale pe suportul vertical ce susține antena și servește la rotirea ei (fig. 490).

— Șase izolatoare mici, avînd lungimea de 6 cm, ce se montează la locul de întrerupere al cadrului și servesc la conectarea

cablului coaxial de alimentare; 50 m de conductor CuEm ∅ 1,5 ... 1,8 mm; 2,50 m de linie bifilară, cu impedanța 300 ohmi; bandă adezivă; un grid-dip-metru prevăzut cu microampermetru sau, în lipsă, cu indicator optic (ochi magic) și un măsurător de cîmp, pentru reglajul definitiv al antenei.

Construcția antenei. Frecvențele alese sînt următoarele: 14 200; 21 250; 28 600 MHz. În cazul altor frecvențe se poate utiliza pentru calcul formula 300/F, în MHz.

Tăiem trei bucăți de conductor CuEm ∅ 1,6 mm, avînd lungimile 21,50 m, 14,50 m și 11 m, și prindem unul din capete la un punct fix, trăgînd firul pentru a-l întinde cît mai bine și a nu-și schimba sensibil lungimea sub efectul căldurii sau al frigului. Aceasta va asigura de asemenea și rigiditatea întregului cadru.

Se dimensionează apoi fiecare bucată de conductor astfel:

21,082 m+10 cm pentru frecvența de 14 200 kHz;
14,122 m+10 cm pentru frecvența de 21 250 kHz;
10,490 m+10 cm pentru frecvența de 28 600 kHz.

Pe fiecare braț al crucii formate de suportul fiecărui cadru găurim, paralel cu planul solului, trei găuri cu diametrul de 3 mm, prin care va trece conductorul de cupru emailat ce formează cadrul.

Cele trei găuri se situează la următoarele distanțe de centrul crucii de susținere:

— 3,734 m pentru cadrul corespunzînd frecvenței de 14 200 kHz;

— 2,495 m pentru cadrul corespunzînd frecvenței de 21 250 kHz;

— 1,854 m pentru cadrul corespunzînd frecvenței de 28 600 kHz.

Lungimea laturilor pătratului sînt: 5,282 m pentru 14 200 kHz; 3,594 m pentru 21 250 kHz; 2,622 m pentru 28 600 kHz.

Cadrul reflector are aceleași dimensiuni.

Alimentarea antenei. Deoarece impedanța fiecărui cadru radiant, corespunzînd unei benzi, este diferită, va fi nevoie să adaptăm riguros antena la linia (cablul) de alimentare, și anume:

— Cadrul radiant pentru banda de 20 m (14 200 kHz): impedanța de 50 ohmi.

— Cadrul radiant pentru banda de 15 m (21 250 kHz): impedanța de 70 ohmi.

— Cadrul radiant pentru banda de 10 m (28 600 kHz): impedanța de 150 ohmi.

Vom proceda astfel:

Pentru banda de 20 m: conectăm cadrul radiant direct la un cablu de 52 ohmi impedanță, cu o lungime oarecare, ce merge la radio emițător (fig. 491).

Pentru banda de 15 m: conectăm cadrul radiant la un segment de cablu coaxial de 75 ohmi impedanță, avînd lungimea de 2,34 m și apoi, în continuare, se conectează cablul coaxial de impedanță 52 Ω ce merge pînă la radio emițător (fig. 492).

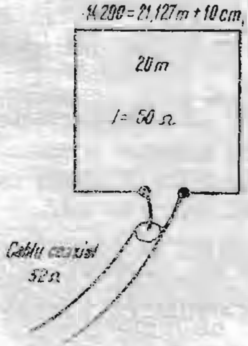


FIG. 491

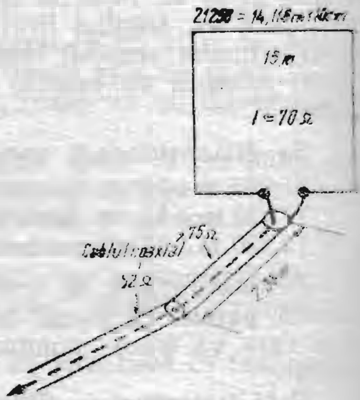


FIG. 492

Pentru banda de 10 m: conectăm cadrul radiant la un segment de linie coaxial cu impedanța de 150 ohmi, avînd lungimea de 1,96 m și apoi, în continuare, cablu coaxial de 52 ohmi impedanță (fig. 493).

În cazul cînd nu dispunem de linie bifilară cu impedanța de 150 ohmi, se poate aplica metoda arătată în fig. 494, folosind numai segmente de cablu cu impedanța de 52 ohmi.

Reglajul elementului activ (cadrul radiant). Utilizăm două metode:

a) Vezi fig. 495.

— Realizăm o bobină cu trei spire din conductor CuEm ∅ 1,6...2 mm, diametrul spirelor fiind 25 mm, pe care o conectăm la capetele cadrului.

— Reglăm grid-dip-metrul pe frecvența de 14 200 kHz, controlînd-o și într-un receptor bine etalonat pentru a evita orice erori.

— Apropiem bobina grid-dip-metrului de bobina cu trei spire, menţinînd un cuplaj cît mai larg, pentru o precizie cît mai mare a reglajului.

— Acţionăm asupra porţiunii de 10 cm prevăzută la cadru (în plus sau în minus), pînă obţinem indicaţia cea mai bună la grid-dip-metru.

b) Conectăm cablul coaxial de alimentare de 52 ohmi în serie cu un măsurător de unde reflectate.

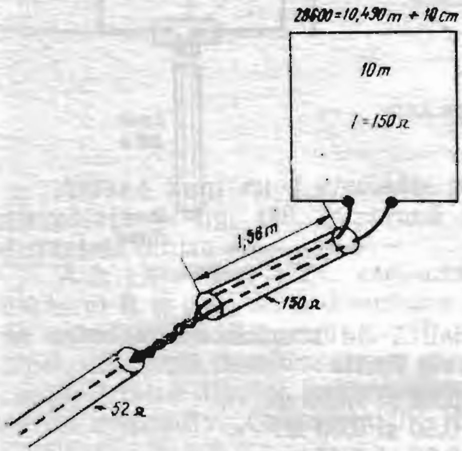


FIG. 493

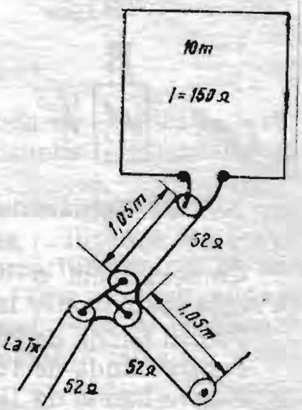


FIG. 494

— Cu putere redusă acordăm radioemiţătorul pe frecvenţa dorită şi ajustăm bucla de reglaj de 10 cm pentru a obţine cel mai mic coeficient de unde reflectate.

c) Deconectăm de la cadru bobina cu trei spire şi cositorim cablul coaxial la capetele cadrului radiant.

Aceleaşi operaţiuni se repetă pentru fiecare bandă, ţinînd seama neapărat de elementele de adaptare a impedanţei arătate.

Reglajul elementului pasiv (cadrul reflector). După cum am văzut, el are aceleaşi dimensiuni ca şi cadrul radiant, mai puţin cei 10 cm care servesc la reglajul cadrului radiant. Reflectorul se găseşte la o distanţă de 2,45 m de radiant.

Conectăm la capetele fiecărui cadru reflector segmente de linie bifilară, cu impedanţa 300 ohmi (fig. 421), cu lungimi diferite pentru fiecare bandă :

— Pentru banda de 20 m, lungimea = 1,016 m.
— Pentru banda de 15 m, lungimea = 0,70 m.
— Pentru banda de 10 m, lungimea = 0,46 m.



FIG. 495

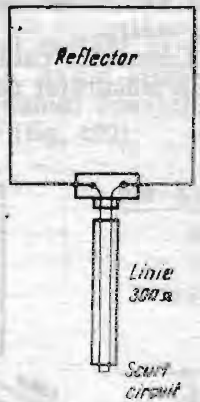


FIG. 496

Confecționăm o baretă metalică de scurtcircuitare, care se va regla aproximativ în următoarele limite :

Pentru banda de 20 m, între 0,91 și 1,016 m.
Pentru banda de 15 m, între 0,50 și 0,60 m.
Pentru banda de 10 m, între 0,38 și 0,45 m.

Se ridică antena și apoi apelăm la ajutorul unui alt radioamator ce se găsește la cîțiva kilometri și care dispune de un măsurător de cîmp. Măsurătorul de cîmp se plasează în spatele antenei (corespunzînd reflectorului). Se deplasează bareta de scurtcircuitare între limitele indicate pînă ce se obține cea mai mică intensitate pe măsurătorul de cîmp, urmărind în același timp și cel mai mic coeficient de unde reflectate.

Pentru fixarea cablurilor coaxiale, se procură două bastoane izolante ce se fixează vertical, pornind din centrul fiecărei cruci de susținere (fig. 422). Pe acestea se fixează cu bandă adezivă cablurile coaxiale ale cadrelor radiante, izolatoarele de la capetele cadrelor, respectiv locurile de conectare a cablurilor, sau secțiunile de linii de 300 ohmi impedanță, în cazul cadrelor reflectoare.

Antena odată reglată se amplasează pe locul său definitiv, ea putînd fi orientată cu un sistem de rotire manuală sau mecanică, aceasta depinzînd de soluțiile alese de fiecare constructor.

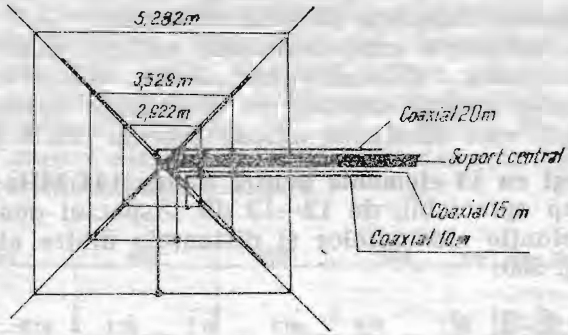


FIG. 497

Antenă Yagi cu 4 elemente pentru banda de 144 MHz, este prezentată în fig. 498, împreună cu dimensiunile elementelor şi distanţele dintre ele.

Atît elementul activ, radiantul, cît şi elementele pasive, reflectorul R şi cele două directoare D_1 şi D_2, se realizează din ţeavă de aluminiu cu diametrul 6—12 mm, iar suportul central al antenei, din ţeavă de aluminiu cu diametrul 20—25 mm. De menţionat cuplajul între dipolul radiant şi cablul coaxial, care se realizează cu un dispozitiv „Gama match" (fig. 499). Cămaşa metalică a ca-

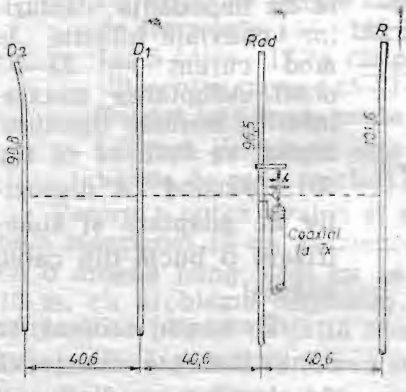


FIG. 498

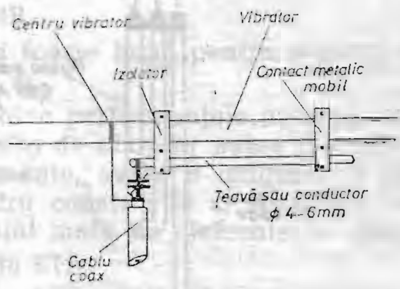


FIG. 499

blului se conectează la centrul radiantului care este pus la masă, iar conductorul central, printr-un condensator reglabil, la dispozi-

tivul „Gama match" reglabil, a căror poziţie se schimbă pînă se obţine cel mai mic coeficient de unde reflectate.

Valoarea optimă a condensatorului variabil este în jurul a 25 pF, iar lungimea dispozitivului „Gama match" în jurul a 100 mm. Poziţia optimă depinde de impedanţa cablului coaxial folosit. Cîştigul unei asemenea antene este de cca 9 dB.

Long Yagi cu 13 elemente pentru banda 144 MHz asigură un cîştig de cîmp apreciabil, de 12—13 dB. Aspectul general al antenei, dimensiunile elementelor şi distanţele dintre ele sînt prezentate în fig. 500.

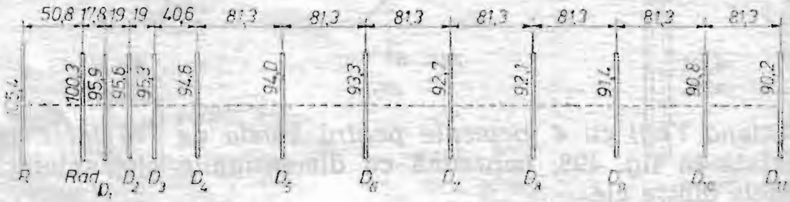


FIG. 500

Antena are, pe lîngă elementul radiant, un reflector şi 11 directoare. Se preferă folosirea ca element radiant a unui dipol pentru ca impedanţa antenei să fie mai apropiată de impedanţa cablurilor coaxiale folosite în mod curent — 52—75 ohmi. Adaptarea coaxialului la bornele dipolului repliat se face ca în fig. 501, folosind ca dispozitiv de adaptare şi simetrizare o buclă din cablu coaxial.

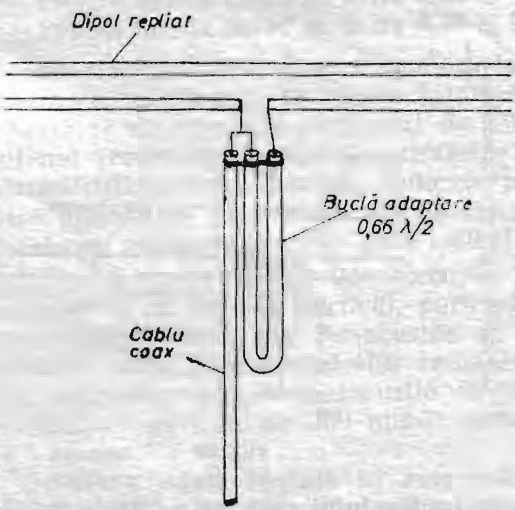


FIG. 501

Elementul radiant se confecţionează din ţeavă de aluminiu cu diametrul 5—6 mm, iar elementele pasive din ţeavă cu diametrul 4 mm.

Antena Swan. Pe lîngă antenele directive de tip Yagi şi Quad, folosite de majoritatea radioamatorilor, o menţiune deosebită merită antenele directive, cunoscute sub denumirea „SWAN", la care vom găsi mai multe elemente active, cărora li se adaugă elementele pasive cunoscute directoare şi reflectoare.

Antena prezentată în fig. 502 este o antenă SWAN cu 9 elemente, din care 4 elemente active şi 5 elemente pasive. Dimensiunile fizice sînt indicate în figură.

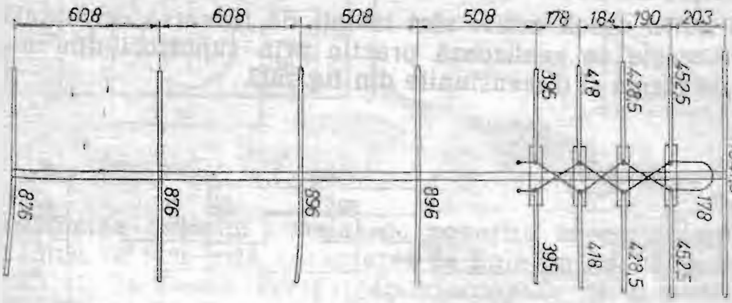


FIG. 502

De la început trebuie menţionate performanţele deosebite ale acestei antene şi avantajele ei faţă de celelalte tipuri de antene directive, şi anume:

— Un cîştig de putere cuprins între 17,4 şi 18 dB pentru gama de frecvenţe 144—146 MHz, şi anume, 18 dB pentru 144—144,5 MHz; 17,75 dB pentru gama 144,5—145 MHz şi 17,4 dB pentru gama 145—146 MHz

— Raport faţă-spate peste 30 dB

— Lăţimea de bandă este deci foarte bună pentru traficul în banda de radioamatori de 2 m.

Pentru a putea evalua şi mai bine performanţele antenei, trebuie menţionat că un asemenea cîştig de cîmp ar putea fi realizat cu o antenă Long Yagi cu 16 elemente, avînd o lungime de cca 10 m, cu probleme deosebite pentru construcţie şi susţinere, iar lăţimea de bandă, datorită numărului mare de elemente, ar putea fi la aceasta numai de cîteva sute de KHz.

Traversa orizontală în cazul antenei SWAN este de numai 2 987 mm pentru performanţele arătate mai sus.

În schimb lobul de radiaţie este foarte îngust, ceea ce impune o dirijare precisă a antenei pe direcţia corespondentului.

Prin conectarea etajată a două antene SWAN putem obține un cîștig de pînă la 21 dB, iar la patru antene pînă la 24 dB.

Dimensiunile mecanice ale antenei indicate în fig. 502 trebuie respectate cu strictețe. Din analiza antenei observăm că elementul de bază și care îi dă o deosebită eficacitate este grupul elementelor active, format din 4 dipoli alimentați în fază prin linia de alimentare încrucișată. Ultimul dipol este șuntat de o buclă de lungime potrivită, 178 cm. Putem asemăna acest grup de patru dipoli activi cu două antene „ZL special" așezate una după alta.

Cei patru dipoli activi sînt izolați de traversa orizontală metalică. Aceasta se realizează practic prin suporturi din material izolant de forma și dimensiunile din fig. 503.

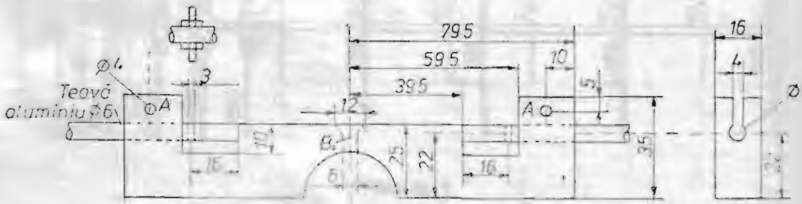


FIG. 503

Dimensiunile trebuie respectate pînă la zecimi de mm. Materialul din care realizăm izolatorii trebuie să fie solid, cu oarecare elasticitate și să poată fi prelucrat ușor. În acest scop putem folosi materialul plastic DINAMID.

Dipolii activi se realizează din țeavă de aluminiu cu diametrul de 6 mm, grosimea peretelui 1 mm.

Fixarea țevilor fiecărui dipol pe suportul izolant se face prin orificiul A cu un șurub M4, iar fixarea suportului izolant pe orizontală, prin orificiul B.

Așa cum se vede din figură, elementele active sînt așezate la cca 4 mm mai sus de nivelul traversei orizontale. Pentru ca și nivelul de așezare al celorlalte elemente ale antenei (directorii și reflectorii) să corespundă cu nivelul dipolilor, vom pregăti forme de fixare arătate în fig. 504, care se confecționează din aluminiu. Fixarea elementelor se face simplu, în orificiul C, cu ajutorul unui dorn și a unui ciocan cu care aplicăm trei puncte de presiune. Suportul fiecărui element se fixează pe traversa orizontală prin cîte un șurub M6 introdus în orificiul D.

După terminarea lucrărilor de montaj mecanic confecționăm linia de adaptare a impedanțelor, deoarece impedanța antenei este în jurul a 110 ohmi. Linia se realizează după dimensiunile din fig. 505.

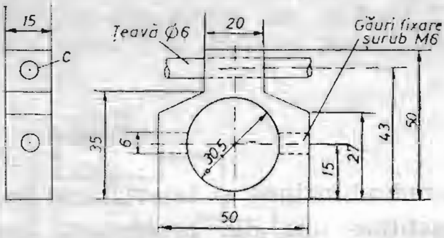


FIG. 504

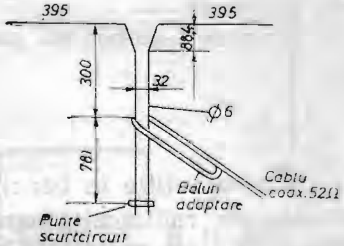


FIG. 505

Adaptarea cablului coaxial de coborîre în cazul impedanței de 52 ohmi se face prin conectarea la linia de adaptare în punctele indicate în figură. Pentru cabluri coaxiale de impedanțe mai mari de 60 sau 75 ohmi sau linia simetrică de 240 ohmi se caută poziția corectă pe linie.

Pentru reglarea exactă a antenei vom folosi un grid-dipmetru cu care determinăm frecvența de rezonanță a antenei și facem corecturile necesare.

După ce am acordat antena în mijlocul benzii de lucru, vom așeza între aparat și linia de alimentare un S.W.R.-metru. Vom schimba punctul de conectare a cablului coaxial pe linie pînă vom obține cel mai mic S.W.R.

Vom avea grijă ca în timpul reglajelor să nu existe obiecte metalice în apropierea antenei la o distanță mai mică de 10 m. După reglare, toate elementele antenei pot fi acoperite cu un lac anticoroziv.

Eliminarea perturbaţiilor în benzile de radiodifuziune şi televiziune

Perturbaţiile în benzile de radiodifuziune şi televiziune, provocate de radioemiţătoare, constituie una din problemele cele mai critice ale activităţii de radioamator şi de aceea trebuie să-i acordăm o atenţie deosebită.

În general perturbaţiile de acest gen pot proveni din următoarele cauze:

—perturbaţiile datorate emiterii de armonici la radioemiţător, care se transmit prin linia de alimentare a antenei, cît şi prin antenă;

—perturbaţii datorate emiterii de armonici prin reţeaua de alimentare electrică;

—perturbaţii datorate supraexcitaţiei etajelor de intrare ale radioreceptoarelor şi televizoarelor din vecinătatea radioemiţătorului.

Să analizăm pe rînd posibilităţile de eliminare a acestor perturbaţii, care împiedică foarte mulţi radioamatori să desfăşoare un trafic radio în timpul emisiunilor de televiziune sau radio. Vom începe cu suprimarea radiaţiilor parazitare.

În curentul de ieşire al radioemiţătorului găsim, în afara frecvenţei de lucru nominală, şi unele armonici înalte ale frecvenţei de lucru, precum şi oscilaţii parazite ce apar în diversele etaje. Aceste armonici şi oscilaţii parazite pot ajunge la antenă şi deci pot fi radiate, constituind cauza principală a perturbaţiilor.

Pentru suprimarea radiaţiilor parazite se iau o serie de măsuri, şi anume: etajele radioemiţătorului să nu fie supraexcitate şi pe cît posibil să funcţioneze liniar; se modifică conexiunile dintre etaje; aplicarea de circuite absorbante; filtrarea suplimentară a tensiunii înalte de alimentare; diferite feluri de blocaje etc. Uneori aceste măsuri nu sînt suficiente şi apare necesitatea unor suprimări suplimentare a oscilaţiilor parazite în circuitul antenei.

Dacă oscilația parazită este o oscilație armonică (de ex. o armonică înaltă, a frecvenței de lucru) sau are un spectru îngust de oscilații, atunci acestea pot fi efectiv „filtrate" prin intermediul unor filtre rejectoare, montate în circuitele anodice ale etajelor (fig. 423). Acordul inițial al acestor filtre se realizează cu ajutorul unui grid-dip-metru, iar acordul final — precis — cu regim de lucru normal al etajului pentru minimum de radiații parazite.

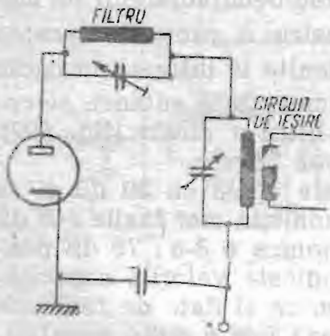


FIG. 506

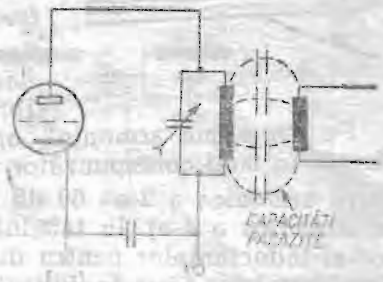


FIG. 507

În etajele de ieșire simetrice, filtrele rejectoare se introduc în fiecare din circuitele anodice. Dacă spectrul oscilațiilor parazite este larg și reprezintă multe armonici înalte ale frecvenței de lucru, atunci acest mijloc de filtrare nu este suficient.

Armonicile înalte ale frecvenței de lucru ajung în antenă datorită unor capacități parazite între bobina de cuplaj a liniei de alimentare și bobina circuitului de ieșire (fig. 507). Capacitățile mici ale bobinelor reprezintă pentru frecvența de lucru o rezistență mare, dar pentru armonicile înalte rezistența lor de trecere este mult mai mică, ceea ce favorizează accesul acestora din urmă în antenă.

Pentru micșorarea acestui cuplaj capacitiv-parazitar, bobina de cuplaj se montează cît mai aproape de capătul „rece" al bobinei din circuitul de ieșire. Dacă bobina de cuplaj a antenei se montează deasupra bobinei circuitului de ieșire, atunci capătul ei, îndreptat spre capătul cald al acesteia din urmă, trebuie conectat la pămînt printr-un conductor cît mai scurt (de preferință conductor panglică). În gamele de unde scurte bobina de cuplaj pentru o linie asimetrică poate fi executată ca în fig. 508. O asemenea bobină de cuplaj ecranată asigură o legătură pur inductivă, fără capacități parazite.

Pentru o suprimare cît mai completă a radiațiilor parazite este recomandabil să folosim un filtru de bandă care permite trecerea frecvenței de lucru și a tuturor frecvențelor mai joase și opune o rezistență foarte mare frecvențelor mai înalte. Cel mai simplu filtru de acest gen este filtrul π, care asigură și adaptarea între ieșirea radioemițătorului și linia de alimentare.

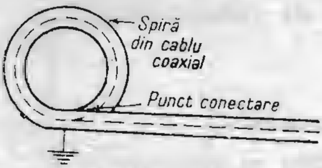


FIG. 508

În cazul radioemițătoarelor de mare putere, pentru a preveni trecerea frecvențelor înalte la intrarea în cablu coaxial de alimentare a antenei, se conectează un filtru π dublu (fig. 509), format din două filtre π.

Pentru prima armonică, atenuarea este egală cu 30 dB și se mărește în mod corespunzător pentru armonicile mai înalte (48 dB pentru armonica a 2-a ; 60 dB pentru armonica a 3-a ; 70 dB pentru armonica a 4-a). În tabelul 55 sînt indicate valorile capacităților și inductanțelor pentru diferite game, ca și date de realizare ale bobinajelor L_1 și L_2. Filtrul se montează într-o cutie metalică,

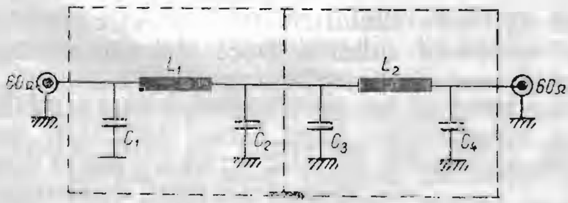


FIG. 509

Tabelul 6

Banda MHz	Capacitatea C_1—C_4 pF	Bobinele L_1 și L_2			
		Inductanța μH	Numărul de spire	Diametrul bobinajului mm	Diametrul conductorului (Cu Em) mm
3,5	820	2,2	13	25	1,5
7	390	1,3	9	25	1,5
14	220	0,57	7	20	1,5
21	150	0,376	7	15	1,5
28	110	0,30	6	12,5	1,5
144	6	0,155	3	12,5	1,5

despărţită în două printr-un ecran metalic, carcasa metalică fiind conectată la şasiul emiţătorului în punctul de ieşire.

Condensatoarele folosite în filtru trebuie să aibă pierderi cît mai mici, de aceea se vor utiliza de preferinţă condensatoare ceramice cu tensiunea de străpungere de 350 V.

În cazul în care şi cu un asemenea filtru tot se mai produc perturbaţii în canalele de televiziune, vom folosi filtre mai com-

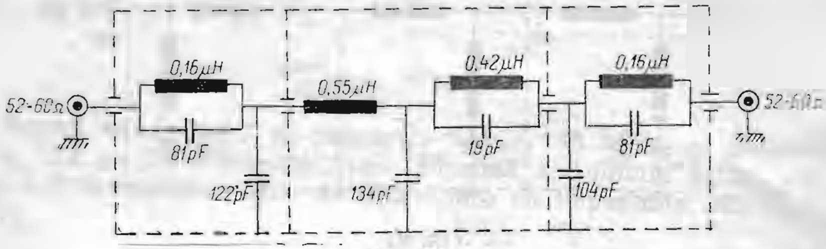


FIG. 510

plicate, cum ar fi cel din fig. 427, compus din trei secţiuni şi asigurînd o atenuare de cel puţin 60 dB pentru frecvenţele de peste 40 MHz. Inductanţele şi capacităţile sînt indicate în schemă, filtrul fiind proiectat pentru a fi folosit la o impedanţă de 52... 75 ohmi. În fig. 511 este descris un filtru asemănător, care poate

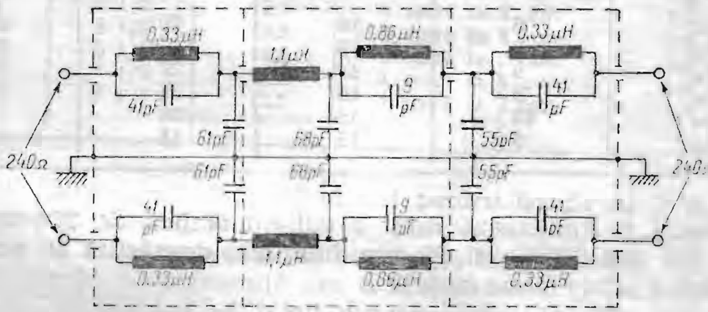


FIG. 511

fi folosit la o linie de alimentare bifilară, cu impedanţa 240 ohmi.

De menţionat că filtrele se montează în cutii metalice împărţite în cîte trei compartimente cu ajutorul unor ecrane metalice indicate punctat în schemă.

În continuare sînt prezentate filtre de eficacitate mai mare, pentru canalele de televiziune. În fig. 512 este prezentat un filtru din trei secțiuni, care permite suprimarea radiațiilor parazite în gama de la 48 MHz la 90 MHz.

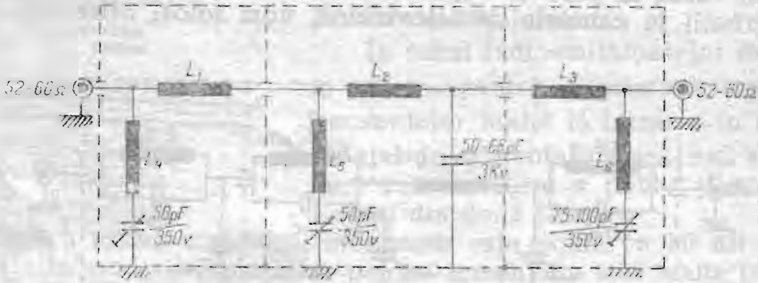


FIG. 512

Valorile capacității fixe și a celor variabile sînt indicate în schemă, iar datele de realizare a bobinajelor în tabelul 64.

Tabelul 64

Bobina	Numărul de spire	Diametrul bobinajului mm	Lungimea bobinajului mm	Diametrul conductorului (Cr Em) mm
L_1	6	15	20	1,5
L_2	8	15	25	1,5
L_3	6	15	20	1,5
L_4	8	15	25	1,5
L_5	10	15	30	1,5
L_6	5	15	15	1,5

Filtrul se realizează dintr-o cutie metalică de 200 mm lungime, 100 mm lățime și 90 mm înălțime, despărțită în trei compartimente prin ecrane metalice.

În fig. 430 este prezentat un filtru cu atenuarea maximă de peste 60 dB, în gama cuprinsă între 83 MHz și 250 MHz, permițînd trecerea puterii de radiofrecvențe pînă la 1 kW. Valorile condensatoarelor sînt indicate în schemă, iar datele de realizare a bobinajelor în tabelul 65.

Atît filtrul din fig. 512, cît și cel din fig. 513 se folosesc pentru alimentarea antenelor cu cabluri coaxiale de 52 ... 60 ohmi.

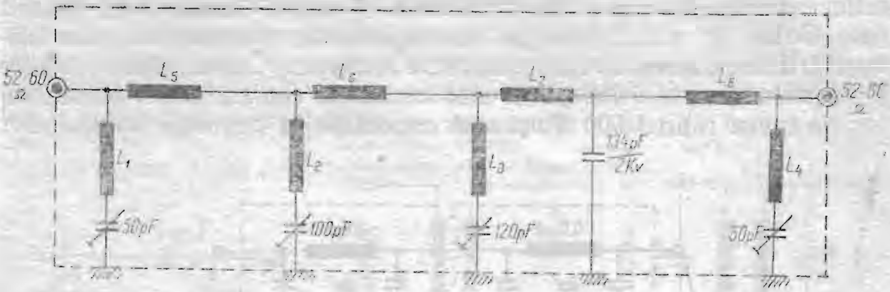


FIG. 513

Pentru banda de 2 m, respectiv 144...146 MHz, se prezintă în fig. 514 un filtru simetric, care suprimă armonicile înalte, calculat a fi folosit la o linie de alimentare cu impedanţa 240 ohmi.

Tabelul 65

Bobina	Inductanţa μH	Numărul de spire	Diametrul bobinajului mm	Lungimea bobinajului	Diametrul conductorului (Cu Em) mm
L_1	0,2	4 1/2	12,5	1 spiră la 3 mm	1,5
L_2	0,05	1 1/4	12,5	1 spiră la 3 mm	1,5
L_3	0,03	3/4	12,5	1 spiră la 3 mm	1,5
L_4	0,2	4 1/2	12,5	1 spiră la 3 mm	1,5
L_5	0,26	5 1/2	12,5	1 spiră la 3 mm	1,5
L_6	0,31	6 1/2	12,5	1 spiră la 3 mm	1,5
L_7	0,35	7 1/3	12,5	1 spiră la 3 mm	1,5
L_8	0,30	6 1/3	12,5	1 spiră la 3 mm	1,5

Acordul filtrelor din fig. 509 şi 514 pentru banda de 2 m se face cu ajutorul unui grid-dip-metru, fiecare secţiune a acestor filtre urmînd să aibă frecvenţa de rezonanţă de 145 MHz. În cazul cînd frecvenţa de rezonanţă are o altă valoare, trebuie să se acordeze pe 145 MHz, modificînd dimensiunile bobinelor.

Pentru oprirea radiaţiilor parazitare ce se infiltrează prin reţeaua de alimentare electrică vom folosi filtrul din fig. 515. Se montează pe linia de alimentare de la reţeaua electrică a ansamblului radioemiţător-receptor.

Bobinajele se execută astfel: L_1 şi L_2 au cîte 100 spire adiacente, pe carcase cu diametrul 25 mm; L_3 şi L_4 au cîte 30 spire

adiacente, pe carcase cu diametrul 15 mm. Conductorul folosit este CuEm ∅ 1,5...2,0 mm, în funcţie de curentul necesar alimentării ansamblului radioemiţător-receptor. Capacităţile folosite C au valoarea de 5 000 pF şi sînt ceramice sau cu mică, tensiunea lor de lucru fiind 1 500 V, şi sînt conectate la capetele bobinajelor

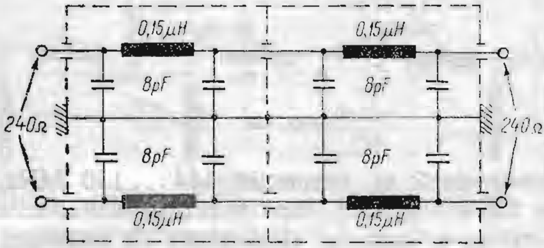


FIG. 514

şi la ecranul metalic, respectiv la cutia metalică, cu excepţia condensatorului C_1 care este conectat la cele două fire ce vin de la

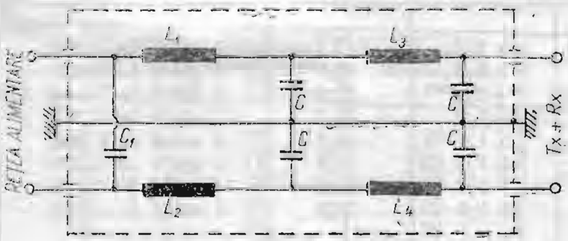


FIG. 515

reţea. Ansamblul se montează *obligatoriu* într-o cutie metalică şi cu un ecran central.

În afară de perturbaţiile datorate armonicilor superioare şi radiaţiilor parazitare generate de radioemiţător, de multe ori perturbaţiile provocate radioreceptoarelor şi televizoarelor sînt datorate unei supraexcitaţii a etajelor de intrare ale radioreceptorului, ca urmare a selectivităţii insuficiente a acestuia şi a dimensionării incorecte a intrării de antenă a aparatului perturbat. Desigur, la toate acestea contribuie în mare măsură şi intensitatea mare a cîmpului electromagnetic creat de radioemiţător.

Pentru eliminarea perturbaţiilor trebuie să luăm în acest caz măsurile necesare pentru ca semnalul perturbator să fie atenuat, astfel încît să nu se producă supraexcitarea etajelor de intrare ale radioreceptorului şi respectiv, fenomene de intermodulaţie, care multiplică perturbaţiile pe un număr mare de frecvenţe.

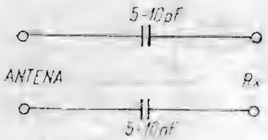


FIG. 516

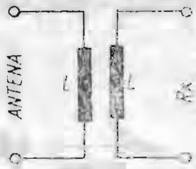


FIG. 517

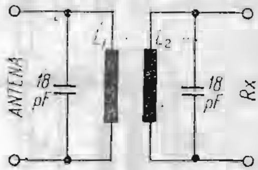


FIG. 518

Sînt cazuri cînd este suficient dacă între antena de unde scurte, respectiv linia de alimentare de la antenă, cu impedanţa de 240 ohmi, şi intrarea radioreceptorului se introduc condensatoare mici (5...10 pF) (fig. 516). Uneori rezultate mai bune se obţin cu un transformator de radiofrecvenţă (fig. 517). Rezultate deosebit de bune s-au obţinut cu un filtru de bandă la intrare (fig. 518).

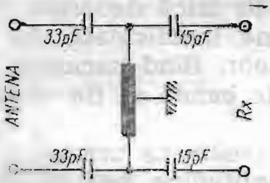


FIG. 519

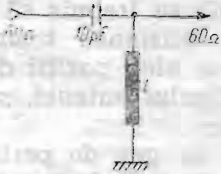


FIG. 520

În continuare prezentăm două filtre simple „trece-sus", primul, cel din fig. 519, pentru intrare cu impedanţa de 240 ohmi, iar cel de-al doilea (fig. 520), pentru impedanţa de 52...75 ohmi.

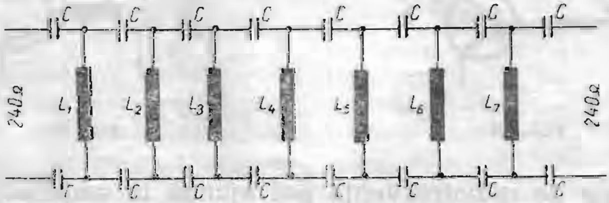


FIG. 521

O soluție mai radicală este prezentată în fig. 521 și reprezintă un filtru compus „trece-sus".

În cazul transformatorului din fig. 517, cele două bobinaje au 6 pînă la 10 spire, în funcție de banda de recepție folosită, diametrul bobinajelor fiind 7 mm, acestea executîndu-se cu conductor CuEm ∅ 1 mm. În cazul fig. 518, pentru benzile de televiziune, L_1 și L_2 au cîte două spire cu diametrul 6 mm. În fig.

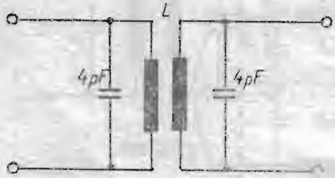


FIG. 522



FIG. 523

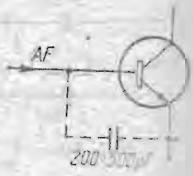


FIG. 524

519 L are 12...6 spire, cu diametrul spirelor 6 mm, cu priză la mijloc. În fig. 520 L are 3...6 spire, după bandă, cu diametrul 6 mm, iar în fig. 521 bobinajele L_1 pînă la L_7 au cîte 5,75 spire, cu diametrul 6 mm.

Pentru benzile de televiziune putem prevedea la intrarea radioreceptorului un filtru de bandă (fig. 522). Distanța dintre cele două bobine trebuie să fie cît se poate de mică deoarece în caz contrar tensiunea semnalului util devine insuficientă. Se tatonează, se aleg poziții de compromis, uneori fiind necesară mărirea cîștigului antenei, pentru ca filtrul de bandă să fie cuplat cît mai lejer.

Un alt gen de perturbații sînt cele create ca urmare a unui semnal de radiofrecvență modulat în amplitudine, sau cu laterală unică, redresat pe un electrod de comandă al unui tub electronic din amplificatorul de audiofrecvență.

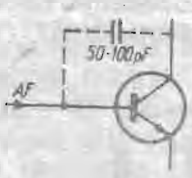


FIG. 525

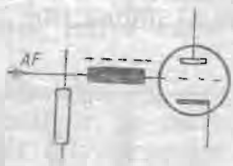


FIG. 526

Semnalele de radiofrecvență pot ajunge în amplificatorul de audiofrecvență pe mai multe căi, și anume :

— conductoare insuficient ecranate ;
— conexiuni de masă defectuos executate ;
— prin rețeaua de alimentare ;
— prin radiația directă, în partea de audiofrecvență, ca urmare a unei insuficiente ecranări a întregului amplificator.

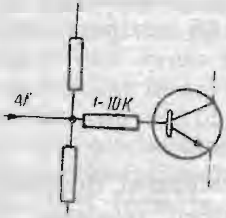


FIG. 527

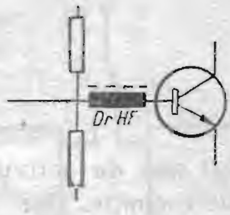


FIG. 528

Nu întotdeauna se poate depista ușor locul de infiltrare a frecvențelor înalte și este necesară o cercetare amănunțită a fiecărui etaj în parte, aplicînd soluțiile după caz.

Perturbațiile de acest gen la radioreceptoare și televizoare pot fi destul de bine eliminate cu ajutorul mijloacelor prezentate în fig. 523, 524 și 525. În cazuri deosebite, vom folosi schemele din fig. 526, 527 și 528.

Radioteletype

Acest gen de activitate poate fi desfăşurat de radioamatorii de emisie-recepţie, dar şi de radioamatorii receptori. Lipsa informaţiilor de bază privind această activitate, precum şi aparatura specifică necesară restrîng însă numărul celor ce o desfăşoară. Vom încerca în cele ce urmează să arătăm, în mod cît mai simplu, în ce constă acest gen de activitate, ca şi aparatura necesară.

Aparatura necesară transmisiei în radioteletype

În primul rînd, este nevoie de o *staţie de emisie-recepţie de radioamator* cu stabilitatea frecvenţei corespunzînd normelor reglementare, fără obligativitatea existenţei unei aparaturi profesionale de înaltă calitate. Pentru receptori — un simplu radioreceptor cu stabilitatea suficientă a frecvenţelor de lucru.

Apoi este necesar un *teleimprimator*, corespunzător caracteristicilor tehnice impuse de traficul radioteletype, foi de înregistrare şi un *decodificator*, numit în mod frecvent *convertor*, deoarece transformă semnalele din codul RTTY, primite de radioreceptor în excitaţii electrice pentru magnetul selector al teleimprimatorului. Aceste excitaţii determină selecţia unei singure litere, echivalentă cu cea bătută de teleimprimatorul transmiţător, literă ce loveşte foia de înregistrare, imprimîndu-se pe aceasta.

În fig. 529 este arătată schema-bloc a aparaturii pentru radioteletype.

Ce este însă un teleimprimator? Un aparat aritmic (adică independent de cadenţa bătăilor operatorului) care recepţionează şi transmite mesaje scrise prin intermediul unor semnale con-

stituite din succesiuni de impulsuri electrice împărţite în impulsuri de lucru (numite „space" de americani) şi impulsuri de odihnă (numite „mark" de americani). Acestea pot fi formate din curenţi electrici de polaritate opusă, respectiv pozitivă pentru impulsurile de *odihnă* şi negativă pentru impulsurile de *lucru* sau din intervale de curent de polaritate determinată (impulsuri de odihnă), separate de intervale de întrerupere a curentului (impulsuri de lucru).

În primul caz avem un sistem de curent dublu, iar în cel de-al doilea, un sistem de curent simplu. Toate semnele alfabetului, cele de punctuaţie şi comenzile de serviciu ale maşinii sînt formate din cinci asemenea impulsuri, dispuse în mod diferit, în baza unui cod internaţional care reprezintă un alfabet internaţional propus de Comitetul Consultativ Internaţional de Telegrafie (C.C.I.T.).

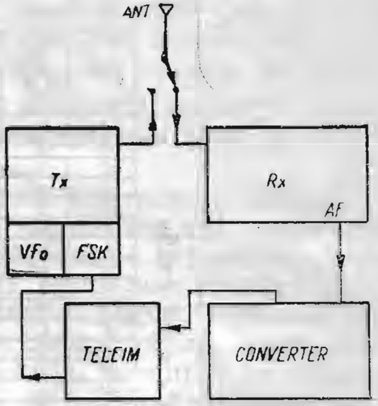


FIG. 529

Practic, la fiecare combinaţie posibilă corespund două semne sau mai precis, o literă şi o cifră ori semn de punctuaţie. Două semne speciale înscrise sub titulatura „litere" şi „cifre", determină transmiterea şi înregistrarea la recepţie fie a literei, fie a cifrei sau a semnului de punctuaţie respectiv.

Pentru toate combinaţiile de impulsuri ce urmează unui semnal de lucru „cifre", vor fi înregistrate cifrele sau semnele de punctuaţie corespunzătoare, iar pentru cele ce urmează unui semnal de lucru „litere" sînt înregistrate literele corespunzătoare.

Trei semnale sînt comune ambelor poziţii de lucru şi anume: întoarcerea carului de înregistrare, spaţiul şi spaţiul între rînduri.

Fiecare semnal format din cinci impulsuri este precedat de un impuls de lucru (numit „start") şi urmat de un impuls de odihnă (numit „stop").

În fig. 530 este reprezentat alfabetul internaţional nr. 2 al C.C.I.T.

Rubricile din coloana „cifre" şi „semne" însemnate cu X1 şi X4 au următoarele semnificaţii:

X1 — la dispoziţia fiecărei administraţii sau exploatări.

X4 — pentru a declanşa funcţionarea emiţătorului automat al indicativului postului corespondent, în regimul european al serviciului internaţional, prin conectarea aparatelor aritmice şi

pentru administrațiile sau exploatările particulare necunoscute din regimul extraeuropean.

Este absolut necesar ca teleimprimatorul de la transmisie și cel de la recepție să fie perfect sincronizate. Semnalele de „start" și „stop" realizează această sincronizare, deoarece un arbore cu

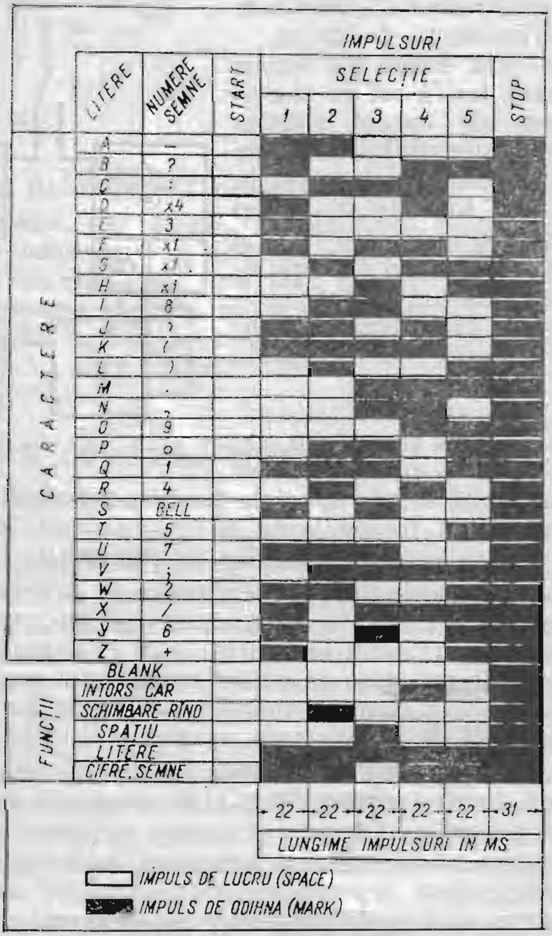


FIG. 530

came — ce comandă dispozitivul atît la transmisie, cît și la recepție — este pus în mișcare de „start" și oprit de „stop" la fiecare semnal.

Impulsurile pot avea aceeaşi durată, dar de obicei „stop"-ul are o lungime mai mare ca celelalte impulsuri.

Dacă semnalul de selecţie are o durată de 20 milisecunde, se spune că avem o viteză de 50 „bauds" (1/0,020=50). Pentru radioamatori, lungimea impulsului este de 22 milisecunde, respectiv o viteză de 45 „bauds" (1/0,022=45). În acest caz, orice semnal format dintr-un „start", un „stop" şi cinci impulsuri de selecţie va avea o lungime de 6×22+31=163 milisecunde, ceea ce presupune un maximum de 60/0,163=368 operaţii pe minut.

Această viteză maximă poate fi menţinută numai cu transmisie automată, deoarece nici un dactilograf excelent nu poate menţine acest ritm mult timp.

Carul de scris al teleimprimatorului este analog celui de la o maşină de scris. Ca şi la aceasta, caracterele sînt purtate de ciocănele metalice care bat pe o bandă sau pe o foaie de hîrtie, cu interpunerea unei panglici de scris. Pe fiecare ciocănel avem două caractere care sînt imprimate unul sau altul, după cum s-a transmis înainte semnalul „cifre" sau „litere". Aceste două semnale ridică sau coboară întregul dispozitiv, permiţînd imprimarea caracterelor superioare sau inferioare de pe ciocănel, după semnul transmis.

De menţionat este că, şi la transmisie, teleimprimatorul scrie, dînd posibilitatea controlului vizual asupra mesajului transmis. În privinţa modului de a scrie, întîlnim două tipuri. Unul foloseşte un tip de hîrtie telegrafică şi altul un sul continuu de hîrtie, ce se roteşte automat, desfăşurînd hîrtia necesară. Acest din urmă tip este întîlnit la staţiile telex folosite în mod frecvent în instituţii şi întreprinderi mari.

Un motor electric special cu regulator de viteză furnizează energia necesară acţionării teleimprimatorului. Teleimprimatorul poate funcţiona şi fără prezenţa operatorului, pentru că, după cîtva timp de absenţă a semnalelor, maşina se opreşte automat şi se repune în funcţiune la semnalul „litere".

În rezumat, orice teleimprimator este format dintr-un *cadru*, un *complex motor*, o *claviatură*, un *complex de imprimare* şi o *casetă*.

Cadrul dă posibilitatea montării într-un tot unitar a organelor teleimprimatorului.

Complexul motor, aşezat în general în partea din spate, este format dintr-un motor electric cu regulator de viteză şi excitaţie în serie, un filtru pentru eliminarea paraziţilor şi o lampă pentru iluminare.

Claviatura, aşezată în partea din faţă, este formată din pîrghiile clapelor, bara de spaţiu, complexul camelor de transmisie şi un schelet metalic.

Complexul de imprimare cuprinde arborele principal, mecanismul de selecţie şi coşuleţul mobil.

Caseta este învelişul metalic care protejează organele teleimprimatorului şi permite totodată un acces uşor la diferitele comutatoare şi organe care trebuie manevrate în timpul funcţionării.

Modurile de lucru FSK şi AFSK

Aceste moduri de lucru sînt folosite în transmisiile radioteletype, de unde şi necesitatea cunoaşterii semnificaţiei lor.

FSK are semnificaţia „Frequency Shift Keying" şi constă în deplasarea purtătoarei emiţătorului cu un anumit număr de Hz (în general 850 Hz), în conformitate cu impulsurile codului. Această deplasare a frecvenţei undei purtătoare este denumită „shift".

Astfel, pe frecvenţa iniţială a purtătoarei avem regimul de odihnă („mark"), iar pe frecvenţa deplasată a purtătoarei (mai mică cu 850 Hz), cel de lucru („space").

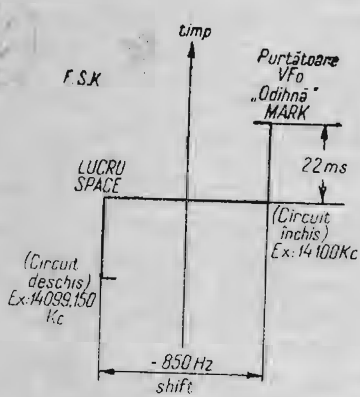


FIG. 531

Impulsurile de odihnă se produc cînd circuitul este închis, şi cele de lucru cînd este deschis. Deci, în primul caz, prezenţa curentului electric, şi în al doilea absenţa lui în circuit şi în magnetul selector al teleimprimatorului determină natura impulsurilor.

În fig. 448 este reprezentat grafic modul de lucru FSK.

AFSK are semnificaţia „Audio Frequency Shift Keying" şi constă în două frecvenţe (tonuri) audio care diferă între ele cu o anumită valoare. Astfel, la un „shift" de 850 Hz putem avea o notă de 2 975 Hz pentru impulsul de lucru („space") şi una de 2 125 Hz pentru cel de odihnă („mark").

Cele două frecvenţe audio sînt produse de un simplu generator de audiofrecvenţă şi sînt selectate de contactele teleimprimatorului, după cod.

În fig. 532 este reprezentat grafic un ciclu în codul C.C.I.T.

Pentru a proba buna funcţionare a teleimprimatorului vom improviza un circuit de probă, ca cel din fig. 533. Cînd circuitul de probă este conectat, miliampermetrul indică trecerea curentului, respectiv continuitatea circuitului. Pentru a localiza eventualele întreruperi ale circuitului vom controla anumite părţi din acesta cu un ohmmetru.

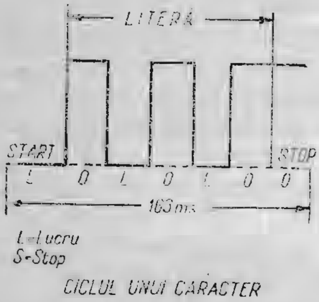


FIG. 532

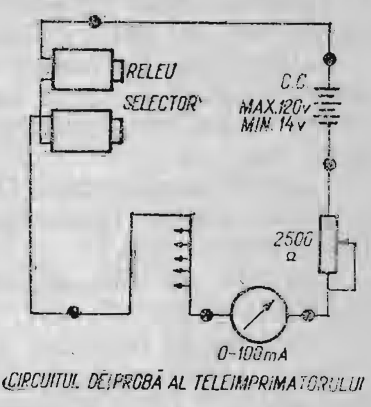


FIG. 533

Reglăm apoi potenţiometrul pentru curentul necesar funcţionării teleimprimatorului (normal între 40 şi 60 mA). Apoi transmitem o serie de grupe RY, controlînd buna funcţionare. În cazul cînd avem defecţiune la circuitul de transmisie, respectiv acesta este în scurtcircuit, teleimprimatorul va funcţiona în circuit închis, dar nu va transmite. Dacă circuitul de recepţie este în scurtcircuit, teleimprimatorul va funcţiona cu circuit deschis.

Astfel putem determina, în cazul unei defecţiuni, dacă aceasta se găseşte în circuitul de transmisie sau în cel de recepţie.

Viteza teleimprimatorului stabilită în prezent pentru radioamatori este de 60 şi reprezintă :

Durata impulsurilor	„de semn"	22 milisecunde
	„stop"	31 milisecunde
Viteza telegrafică	„baud"	45,45
Viteza cuvintelor		61,33/minut
Caractere (litere, cifre)		368 /minut

Pentru reglarea vitezei se folosesc două sisteme şi anume :

Metoda cronometrică. După conectarea teleimprimatorului în

circuitul de încercare, cu motorul în funcţiune, se apasă clapeta de întoarcere a carului şi apoi cele corespunzînd numerelor de la 1 la 0, în grupe de 10 caractere pe întreaga foaie. Readucem carul înapoi.

Se apasă clapa corespunzînd liniei de despărţire şi se ţine astfel timp de 10 secunde. La sfîrşitul celor 10 secunde se ridică clapa corespunzînd liniei de despărţire şi se bate un număr oarecare. Dacă viteza motorului a fost bine reglată, s-au parcurs 61 de spaţii. Dacă s-a parcurs mai mult, reducem viteza, iar dacă s-a parcurs mai puţin, mărim viteza.

Un control mai sumar putem face apăsînd clapeta liniei de despărţire după pornirea motorului. În cazul unei viteze corecte clopoţelul ce indică marginea va suna la 11 secunde după începerea testului.

Metoda diapazonului. O serie de sectoare albe şi negre intercalate şi dispuse pe coroana regulatorului centrifugal formează ţinta stroboscopică.

Folosim un diapazon cu frecvenţa de oscilaţie de 87,6 cicli pe secundă (Hz).

Se pune în funcţiune motorul şi se încălzeşte 3 . . . 5 minute. Se loveşte diapazonul de palmă, făcîndu-l să vibreze. Se priveşte ţinta stroboscopică prin deschiderea dintre cele două braţe ale diapazonului, ţinînd diapazonul lîngă ochi. În cazul cînd viteza este cea dorită, vom vedea sectoarele albe s-au negre fixe. Dacă sectoarele se mişcă în sensul rotaţiei motorului, viteza este prea mare. În caz invers, este insuficientă.

În legătură directă cu magnetul selector se găseşte complexul de fazare sau „orientatorul", care are scopul de a reglementa relaţia între începerea rotaţiei manşonului cu came şi momentul în care camele de selecţie acţionează pîrghiile de selecţie. Această reglementare urmăreşte condiţiile de funcţionare cele mai bune, adică la recepţie durata impulsului trebuie să fie perfect egală cu cea de la transmisie. Dar, din diferite motive, aproape totdeauna există distorsiuni ale semnalelor. Dacă aceste distorsiuni rămîn în anumite limite, teleimprimatorul poate recepţiona fără erori.

Pentru mecanismul care selecţionează tipul impulsului recepţionat de releul selector este suficientă 20% din durata fiecărui impuls. Mecanismul la care ne referim, respectiv orientatorul, are rolul de a muta momentul de selecţie, astfel încît să aleagă partea cea mai eficientă din fiecare impuls. În fig. 534 este reprezentată grafic această funcţionare a orientatorului.

Orientatorul are un cadran gradat de la 1 la 120. Indicatorul se va muta întîi către o direcție, apoi către cealaltă a cadranului, determinîndu-se punctele în care teleimprimatorul încetează să scrie corect. Poziția mediană dintre aceste două puncte este cea mai bună pentru mecanismul selector, în vederea unei bune recepții.

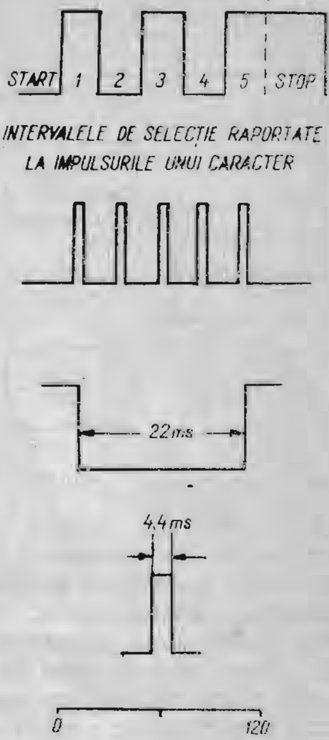


FIG. 534

Demodulatorul sau convertorul

Convertorul servește la reconstituirea impulsurilor de odihnă și de lucru, astfel încît acționîndu-se asupra releului selector să se obțină din nou aceeași dispoziție a barelor de selecție și, respectiv, înregistrarea aceluiași caracter (literă, cifră sau semn de punctuație).

Semnalul FSK necesar funcționării convertorului poate fi preluat din partea de audio sau din frecvența intermediară a radioreceptorului. Preluarea din partea de audiofrecvență este mai des utilizată, prezentînd unele avantaje. De menționat că atunci cînd convertorul lucrează în audiofrecvență, el poate funcționa foarte bine și în sistemul de lucru AFSK.

Un demodulator simplu cu tuburi electronice. Pentru începerea activității în RTTY putem folosi un convertor mai simplu și economic. În fig. 535 este prezentată schema-bloc a unui convertor.

Un convertor corespunzînd cerințelor indicate ar fi cel a cărui schemă de principiu este prezentată în fig. 536, schemă destul de simplă și cu o funcționare sigură și imediată. El acționează teleimprimatorul direct și elimină o mare parte din erorile provocate de QRM, reconstituind impulsurile deformate.

Din partea de audiofrecvență a radioreceptorului, semnalele sînt introduse în convertor, unde are loc o primă amplificare în montajul dublei triode ECC83. Apoi, prin intermediul unui

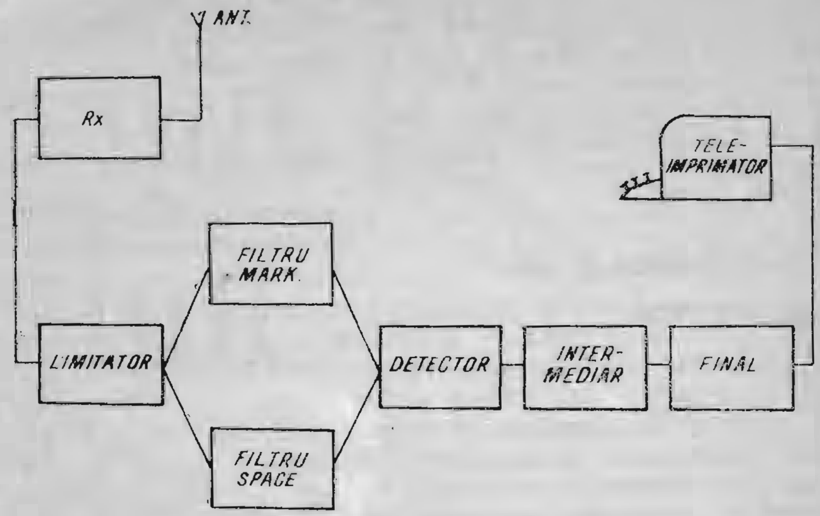


FIG. 535

potențiometru de balans, semnalele ajung la două filtre cu rezonanța pe frecvențele 2 125 Hz și 2 975 Hz, care transformă impulsurile de odihnă și lucru în impulsuri negative pentru odihnă și pozitive pentru lucru, ori invers. În continuare, circuitul simetric folosind cel de-al doilea tub electronic ECC83 funcționează astfel încît orice QRM în frecvență, care duce la deformarea impulsurilor, dă naștere într-una din ramurile circuitului unui impuls suplimentar, pozitiv, iar în cealaltă ramură, unuia negativ, care la ieșirea întregului montaj se anulează reciproc.

Urmează apoi un etaj detector, un filtru, un etaj intermediar și etajul final, ce acționează releul selectiv pentru conectare. Dacă teleimprimatorul este de tip obișnuit și nu solicită un miliamperaj mare, etajul final poate lucra foarte bine și cu tubul EL 84.

Punerea la punct este relativ simplă. Se conectează la intrarea convertorului un generator de audiofrecvență capabil de a furniza cele două frecvențe necesare (2 125 Hz și 2 975 Hz), iar la ieșire, magnetul selector al teleimprimatorului. Punem la centru potențiometrele, deschidem întreruptorul și conectăm la masă punctul M3.

Rotim cursorul potențiometrului P3 pînă la capătul conectat la P2, astfel încît să obținem aprinderea tubului cu neon NE51

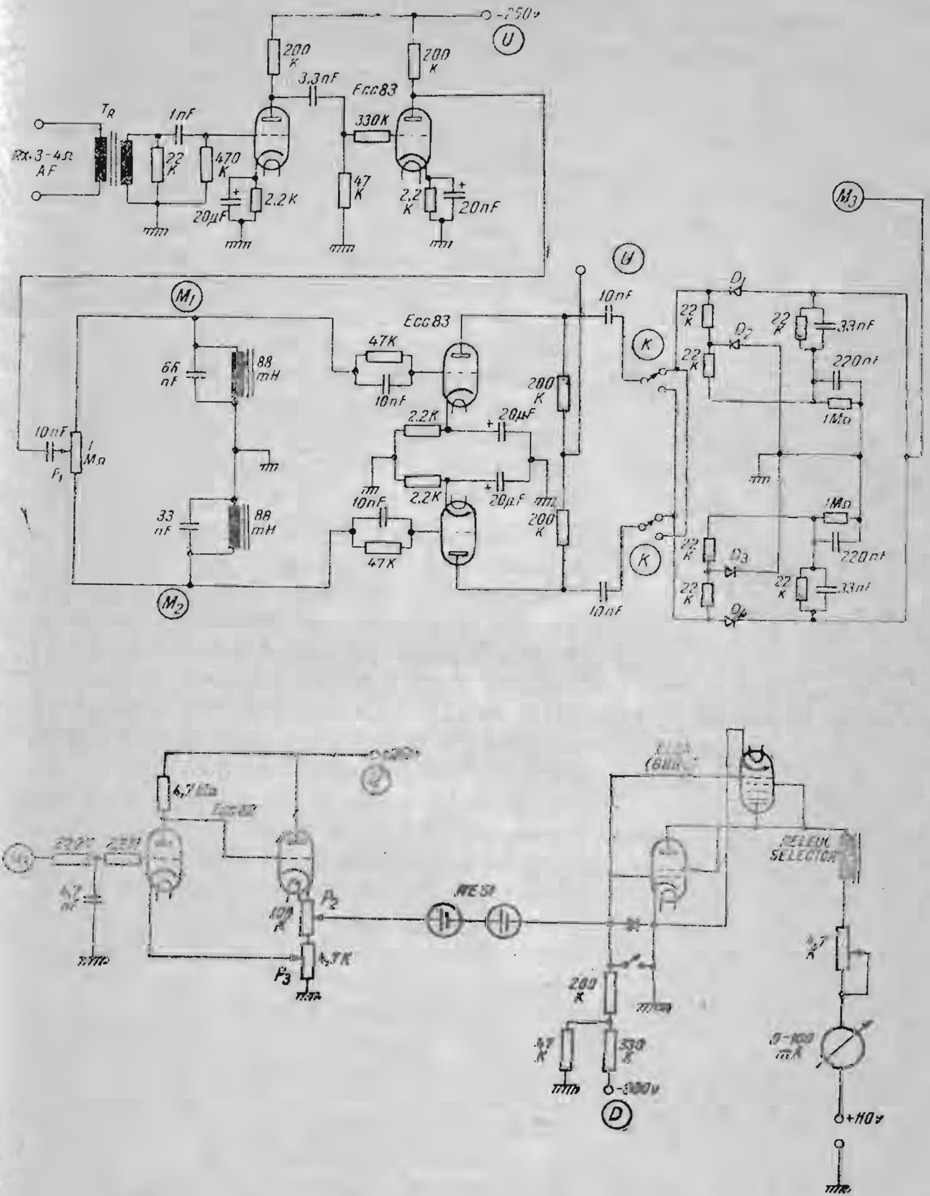

U
200 K
200 K
3,3nF
Ecc83
TR
1nF
330K
Rx.3-4Ω AF
22 K
470 K
2,2K
47 K
2,2 K
20nF
20µF
M3
U
D1
10nF
22 K
22 K
33nF
M1
Ecc83
D2
K
47K
22 K
220nF
66 nF
88 mH
10nF
200 K
1MΩ
2.2K
20µF
10nF
1 MΩ
P1
33 nF
88 mH
10nF
2.2K
20µF
1MΩ
200 K
22 K
D3
220nF
47K
K
22 K
22 K
33nF
M2
10nF
D4
RELEUL SELECTOR
P2
P3
4,7K
200 K
47 K
330 K
D
0-100 mA
+110v

FIG. 536

la o culoare portocalie. Acționăm apoi asupra potențiometrului P2 pînă obținem stingerea tubului cu neon. Deconectăm punctul M3 de la masă și conectăm punctele M1 și M2 la un osciloscop.

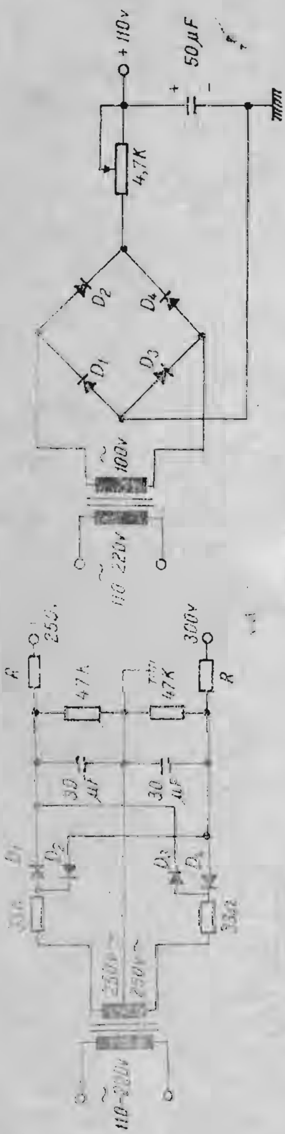


FIG. 537

Cu generatorul producem alternativ semnalele de audiofrecvență pe 2 975 Hz și 2 125 Hz și obținem cu potențiometrul P1 stabilizarea celor două linii în cruce, ce apar pe ecranul osciloscopului.

Odată obținut acest lucru, cele două tuburi cu neon se aprind și se sting trecînd de la 2 125 Hz la 2 975 Hz. Comutînd grupul S3, SK, se inversează acest fenomen. Pentru o aprindere mai ușoară putem reface puțin reglajele potențiometrelor P2 și P3. În fig. 537 este prezentată schema alimentatorului folosit pentru funcționarea convertorului.

Convertor RTTY cu tranzistoare. Convertorul prezentat în continuare folosește în exclusivitate tranzistoare. El are o schemă de principiu simplă și o funcționare sigură, fiind proiectat și realizat pentru prima oară de radioamatorul W6TNS. În fig. 538 este prezentată schema de principiu a acestui convertor, ce folosește un „shift" de 850 Hz.

Cum se vede și din schema de principiu, semnalul de audiofrecvență preluat de la radioreceptor este introdus în convertor printr-un transformator.

Semnalul este limitat la 1,2 V de cele două diode D_1 și D_2 și apoi este aplicat tranzistorului T_1 care funcționează ca limitator și amplificator.

Apoi semnalul ajunge la cele două filtre de lucru și odihnă prin intermediul rezistențelor R_3 și R_4, tranzistoarele următoare T_1 și T_3 fiind detectoare pentru impulsurile de lucru și de odihnă. Acestea două pilotează circuitul — flip-flop — în care lucrează tranzistoarele T_4 și T_5, prin rezistențele R_{13} și R_{15}.

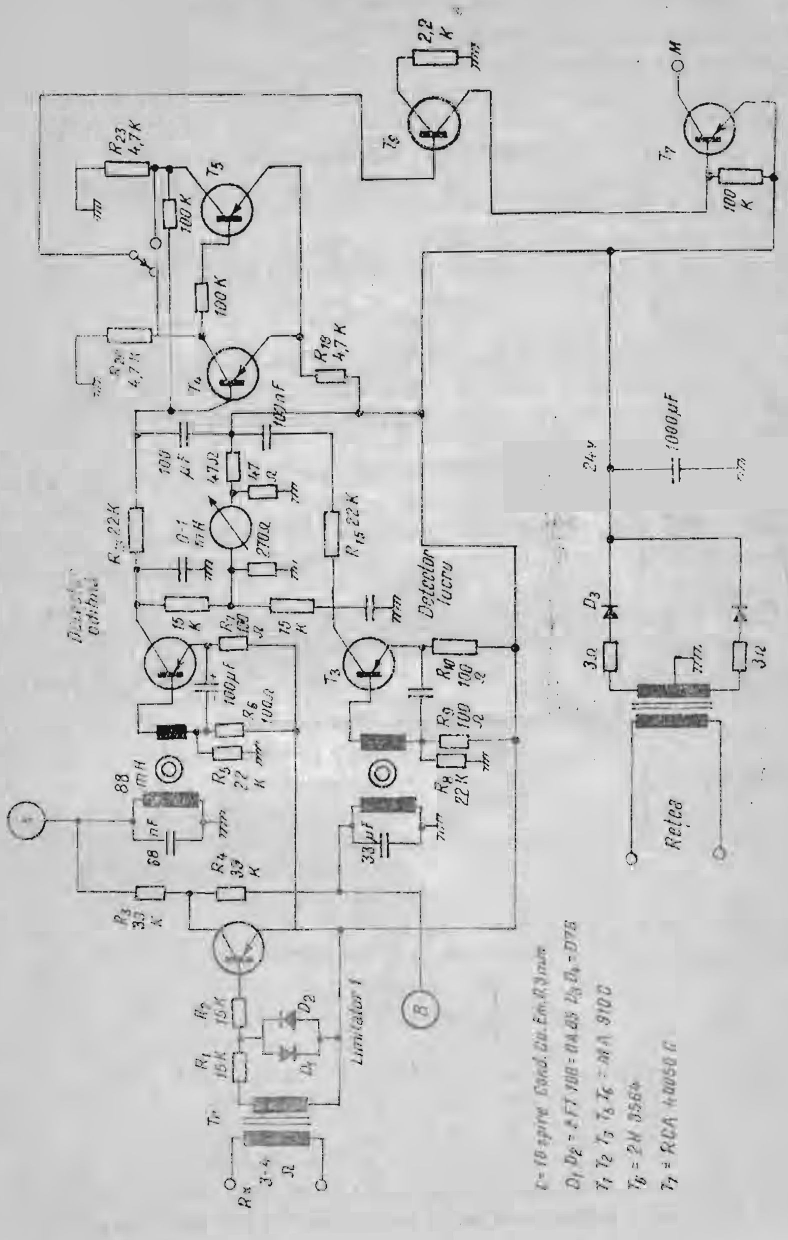

R23 4,7K
T5
100 K
100 K
R24 4,7 K
T4
R18 4,7 K
100 nF
100 µF
47Ω
47 Ω
0-1 mA
270Ω
R15 22 K
R13 22 K
Detector lucru
15 K
R7 100 Ω
75 K
T3
R10 100 Ω
100 µF
R6 100 Ω
R5 22 K
R9 100 Ω
R8 22 K
88 mH
68 nF
33 µF
R3 33 K
R4 33 K
R2 15 K
R1 15 K
D1
D2
Limitator
B
Tr
3-4 Ω
Rx
2,2 K
T6
M
T7
100 K
24 V
1000µF
D3
3 Ω
3 Ω
Retea

FIG. 638

Între detector şi circuitul flip-flop este montat un instrument cu scala 0—1 mA, care indică acordul corect. Informaţiile originale transmise sînt reproduse la ieşirea circuitului flip-flop, dar cu o undă pătrată aproape perfectă. Tranzistorul T6 funcţionează ca pilot, iar T7 ca întreruptor al magnetului selector al teleimprimatorului.

În schemă este reprezentat şi alimentatorul, folosind un transformator cu secundarul de 2×24 V, două diode şi un condensator electrolitic de 1 000 μF.

Cele două filtre sînt realizate pe miezuri toroidale şi au impedanţa de 88 mH, fiind aduse în rezonanţă pe 2 125 Hz şi, respectiv, 2 975 Hz, prin conectarea în paralel a condensatoarelor de 68 nF şi 33 nF.

Cele două bobinaje link, înfăşurate peste bobinajele toroidale, sînt compuse din cîte 18 spire din conductor de CuEm ∅ 0,3 mm. Se pot folosi şi alte tranzistoare şi diode, echivalente cu cele indicate în schemă.

Odată realizat convertorul, se cuplează la teleimprimator şi se reglează potenţiometrul pentru curentul necesar releului selector (20 . . . 60 mA, după teleimprimatorul folosit). Cu ajutorul unui generator de audiofrecvenţă, aplicăm convertorului cele două semnale de 2 125 Hz şi 2 975 Hz.

În cele două tabele ce urmează sînt indicate tensiunile pe cei trei electrozi ai tranzistoarelor, fără semnal şi cu semnal.

Tranzistoarele T4, T5, T7 sînt saturate în lipsa semnalului.

Curent continuu în V, fără semnal

	emitor	*bază*	*colector*
T1	24	24	4,5
T2	24	24	5,0
T3	24	24	4,0
T4	7,8	7,6	7,7
T5	7,8	7,6	7,7
T6	7,1	7,8	23,5
T7	24	23,5	23,5

Curent continuu în V, cu semnal

	emitor	*bază*	*colector*
T1	25,5	25,5	10
T2	25,5	25	11
T3	25,5	25	11
T4	12	15	7
T5	12	15	7
T6	5	6	25
T7	25	7	10

La schema prezentată putem obţine şi un „shift" inferior valorii de 850 Hz. Astfel, prin conectarea în paralel cu conden-

satorul de 33 nF a unui condensator de 18...22 nF se obţine aşa-numitul „Narrow Shift", avînd valoarea de 170 Hz. În cazul cînd dispunem de un osciloscop, îl putem folosi ca indicator de acord, conectîndu-l în punctele A şi B. Dacă acordul este bine făcut pe frecvenţa staţiei ce se recepţionează, pe tubul catodic vom vedea două linii dispuse în cruce.

Modificările necesare la radioemiţător

Pentru transmisiile în FSK. După cum am arătat, în acest sistem avem o deplasare a frecvenţei de 850 Hz de la frecvenţa de emisie (numită de „odihnă" sau „mark") la o frecvenţă mai mică (numită de „lucru" sau „space"). Această deplasare se realizează la VFO-ul radioemiţătorului, cu ajutorul unor circuite relativ simple.

În fig. 539, 540 şi 541 sînt prezentate cîteva scheme pentru FSK, care nu au nevoie de multe comentarii.

Probleme constructive nu sînt, dar trebuie reţinut că montajul se instalează cît mai aproape de VFO şi cu conexiuni cît mai scurte.

Montajele de acest gen se pot verifica astfel:

1 — se pune în funcţiune radioemiţătorul în poziţia „telegrafie" şi se fac acordurile pe frecvenţa de lucru;

2 — se apasă manipulatorul şi se menţine contactul timp de 15 minute, pentru stabilizarea în lucru a radioemiţătorului;

3 — se fac toate conexiunile necesare între radioreceptor, convertor, teleimprimator şi radioemiţător;

4 — se lasă radioreceptorul în funcţiune şi, reducîndu-i sensibilitatea, îl acordăm pe frecvenţa de lucru a radioemiţătorului, poziţie în care va pune în evidenţă o notă („mark"), iar eventualul osciloscop va arăta pe ecranul său o elipsă;

5 — teleimprimatoarele sînt prevăzute în general cu o clapetă pe care scrie „break" pe care o vom apăsa, apoi vom regla trimerul pînă ce radioemiţătorul se găseşte în poziţia de lucru sau „space";

6 — pe oscilograf vom avea o nouă elipsă, perpendiculară pe cea precedentă;

7 — dacă aparatura este prevăzută a lucra şi în „Narrow Shift" (170 Hz), se vor repeta toate operaţiile pentru această valoare a „shift"-ului.

Pentru emisiunile în AFSK. Am văzut că, în principiu, emisiunile în AFSK se bazează pe transmiterea a două semnale de audiofrecvenţă, ce diferă între ele cu valoarea „shift"-ului (850

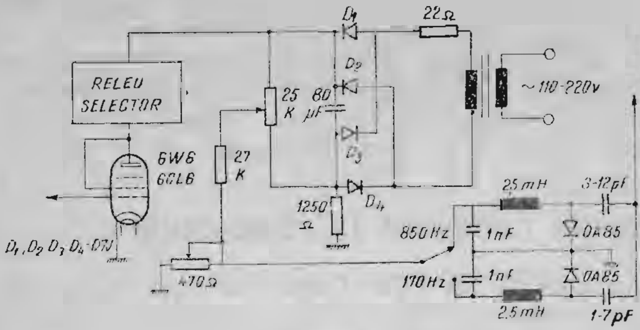


FIG. 539

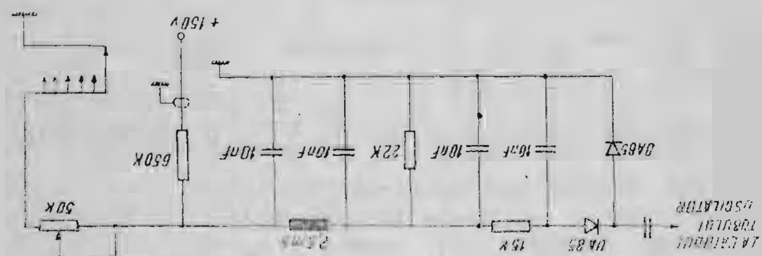


FIG. 540

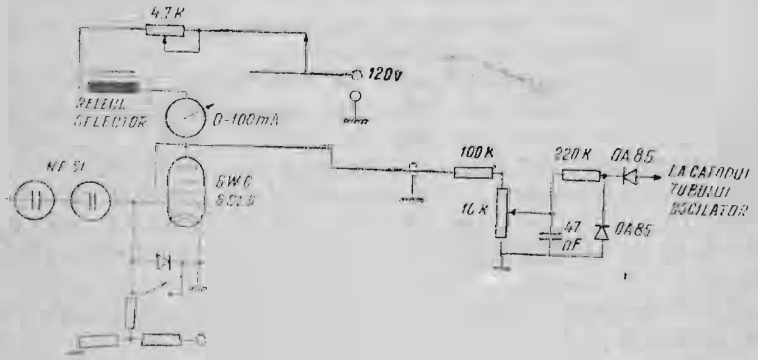


FIG. 541

Hz) şi anume, pentru lucru fiind folosită frecvenţa de 2 975 Hz, iar pentru odihnă, frecvenţa de 2 125 Hz. Aceste două semnale sînt produse de un generator de audiofrecvenţe şi sînt selecţio-

nate, potrivit cu codul, în cinci unităţi din dispozitivul de contactare al teleimprimatorului.

Deoarece aceste semnale audio sînt aplicate la bornele de intrare ale microfonului la radioemiţător, nu trebuie să facem modificări nici la radioreceptor.

În schimb, este necesar ca stabilitatea frecvenţei la radioemiţător şi la radioreceptor să fie foarte bună, de unde necesitatea unei aparaturi de clasă superioară şi în nici un caz folosirea unui radioemiţător cu fugă de frecvenţă sau a unui radioreceptor instabil.

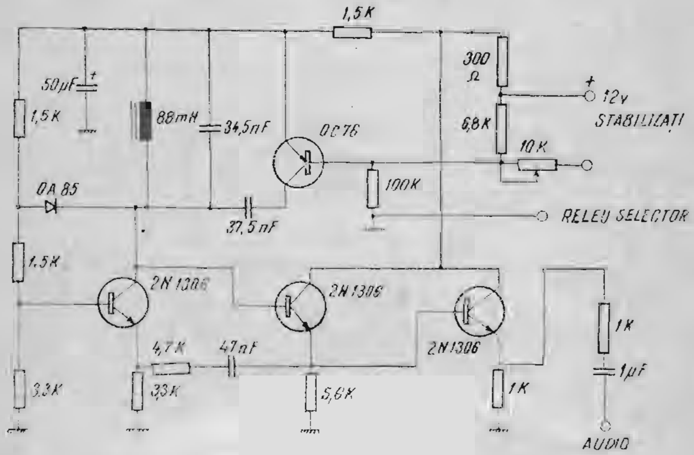


FIG. 542

În fig. 542 este prezentată schema unui generator AFSK ce poate fi folosit atît pentru trafic, cît şi pentru verificarea filtrelor.

Despre filtre

În mod normal, un convertor are un filtru „trece bandă" la intrare şi filtre pentru impulsurile de odihnă şi pentru cele de lucru.

Scopul filtrului „trece bandă" este de a accentua eficacitatea celorlalte două filtre (de odihnă şi de lucru), deoarece filtrul „trece bandă" va lăsa să treacă în convertor numai frecvenţele cuprinse în canalul în care se produce deplasarea frecvenţei, respectiv „shift"-ul. Acest filtru este compus dintr-un circuit

LC serie sau paralel. Se pot folosi şi bobinaje industriale pe miezuri normale sau pe miezuri toroidale, cu impedanţa 88 mH.

În fig. 543 este schema unui filtru „trece bandă", atît pentru un „shift" de 850 Hz, cît şi pentru 170 Hz.

În cazul filtrelor compuse, verificarea şi acordarea pe frecvenţa dorită se face controlînd mai întîi curba de răspuns a fiecărui circuit LC şi apoi curba circuitului întreg compus.

În schema convertorului există şi două filtre acordate, unul pe frecvenţa de lucru şi altul pe frecvenţa de odihnă, care favorizează aceste frecvenţe şi atenuează în mare măsură semnalele nedorite de pe alte frecvenţe. Şi aceste filtre sînt compuse tot

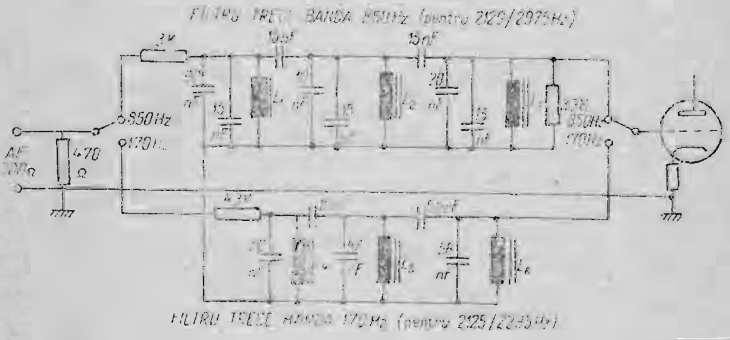


FIG. 543

din circuite de tip LC şi folosesc în mod obişnuit inductanţele toroidale cu impedanţa de 88 mH.

Pentru fiecare filtru putem trasa curba caracteristică, care este bine să aibă flancurile cît mai abrupte, în vederea asigurării unei bune selectivităţi.

De menţionat influenţa hotărîtoare a factorului de calitate Q al circuitului LC, un factor mare asigurînd o selectivitate bună. Din practică a rezultat că, în timp ce bobinajele în fagure realizate pe miezuri de ferită mobile, folosite în general în televizoare, au un coeficient de calitate Q în jurul valorii 5, bobinajele realizate pe miezuri toroidale avînd impedanţa în jurul a 88 mH, au acest coeficient mult mai mare, de unde şi preferinţa pentru folosirea unor asemenea bobinaje în circuitele LC din filtre. Astfel, toroizii tip Pupin, pe miezuri de ferită, ating în mod frecvent un Q în jurul valorii 100, ajungînd uneori pînă la 200.

Pentru trasarea curbei de selectivitate, în vederea verificării eficacităţii filtrului respectiv, vom utiliza un osciloscop şi

un generator de audiofrecvență capabil să debiteze oscilații de audiofrecvență cu frecvența variabilă (dacă este posibil din Hz în Hz), pentru stabilirea cu precizie a frecvențelor ce sînt aplicate filtrului. Cu cît coeficientul lui de calitate va fi mai mare, curba de selectivitate va fi mai ascuțită și pantele ei mai drepte.

Eventualele modificări ale punctului de selectivitate maximă pe frecvența dorită se realizează prin modificări ale valorii capacității condensatorului.

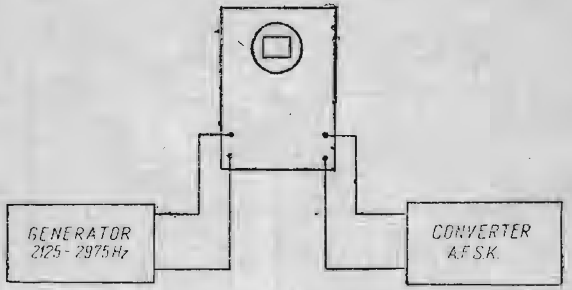


FIG. 544

În fig. 544 este indicat modul de conectare a osciloscopului, a generatorului de audiofrecvență și a convertorului, iar în fig. 545, schema unui oscilator cu frecvența variabilă între 2 000 . . . 3 000 Hz.

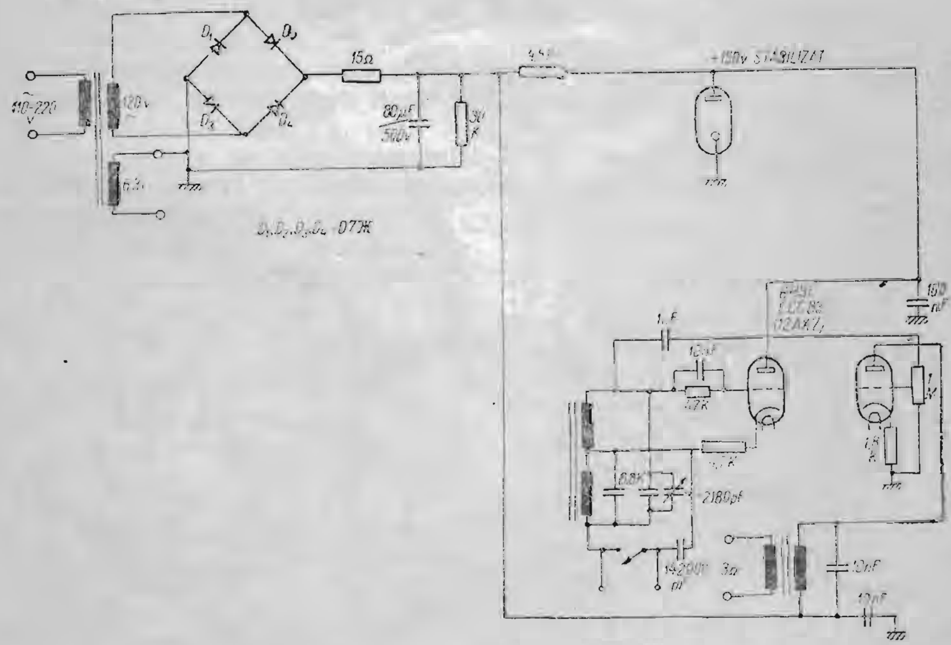


FIG. 545

Acordarea pe frecvența unei stații ce transmite în RTTY

Acest acord, numai pe baza recepției audio, este dificil și solicită multe încercări. De aceea, s-au conceput diferite sisteme video de acord. Cel mai eficient este cel ce folosește un tub

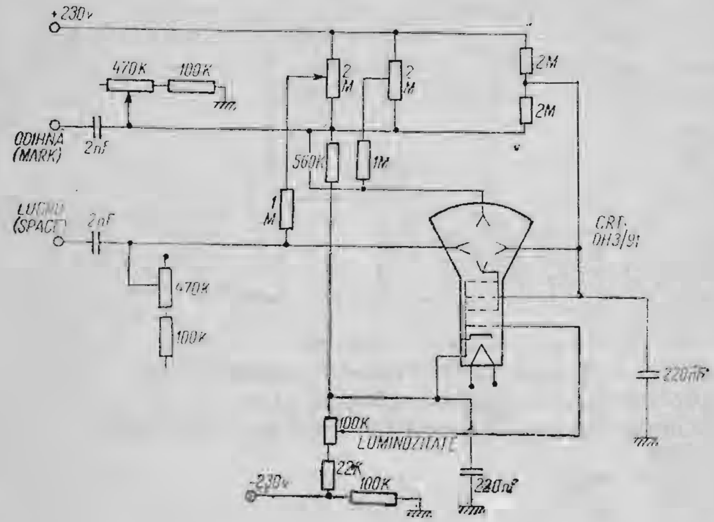


FIG. 546

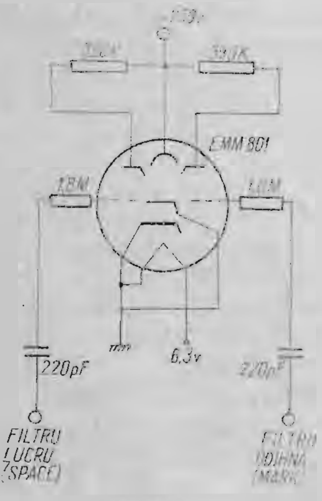


FIG. 547

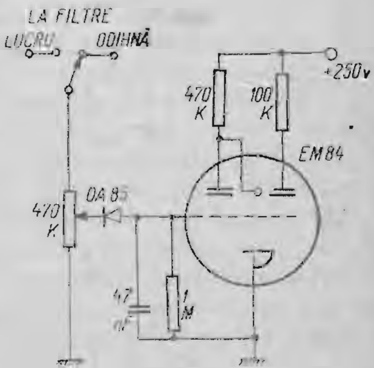


FIG. 548

catodic, la care, prin intermediul unui circuit simplu, impulsurile de lucru și de odihnă se evidențiază ca două linii fluorescente, dispuse în cruce.

Astfel, în fig. 546 avem o asemenea schemă și modul ei de conectare la convertorul tranzistorizat din fig. 538.

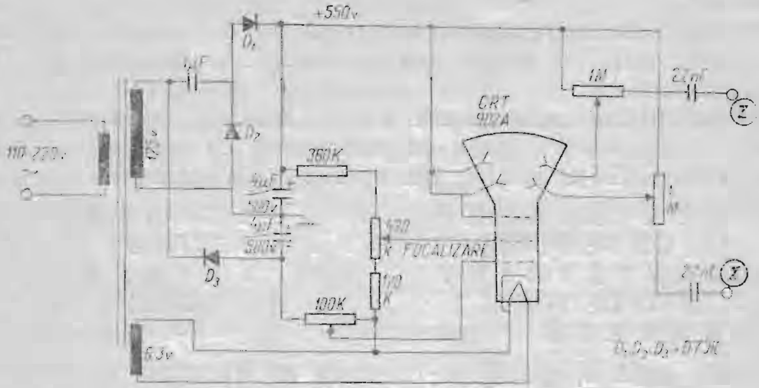


FIG. 549

În fig. 547 și 548 sînt prezentate schemele unor indicatoare video de acord, folosind trefle catodice — primul utilizînd un tub electronic de tip EMM801, iar cel de-al doilea, un tub electronic EM84.

Schema unui indicator video de acord mai complicat, dar care permite acordul prin două linii fluorescente în cruce, este prezentată în fig. 549.

Tot pentru reglarea aparaturii RTTY se folosesc și măsurătoare de „shift" ca acela realizat de radioamatorul W6AEE și prezentat în fig. 550.

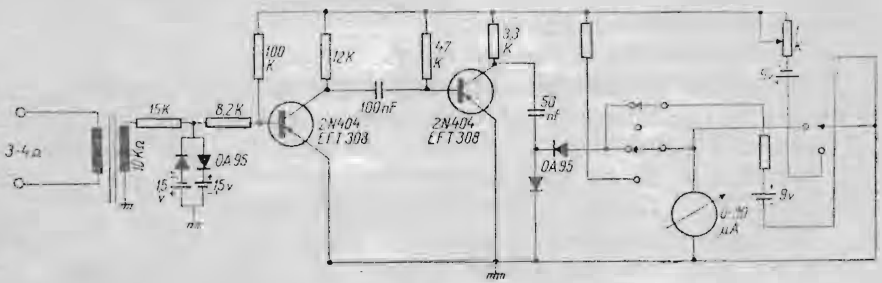


FIG. 550

Efectuarea legăturilor în RTTY

Dacă vom asculta staţiile comerciale lucrînd în RTTY, vom avea ocazia să urmărim uneori mesaje ca acesta „THE QUICK BROWN FOX JUMPED OVER THE LAZY DOG'S BACK 1234567890".

Această frază, repetată, are rolul de a permite un acord bun pe frecvenţă al staţiei corespondente şi punerea la punct a orientatorului.

În traficul de radioamator nu se folosesc asemenea fraze, ci numai serii de RY, care se alternează cu indicativul staţiei şi uneori cu QTH-ul staţiei. Un exemplu de asemenea chemare:

R Y R Y R Y R Y R Y R Y . . . . . . R Y R Y R
CQ CQ CQ DE YO7DZ YO7DZ
R Y R Y R Y R Y R Y R Y . . . . . . R Y R Y R
CQ CQ CQ DE YO7DZ YO7DZ
K K K K K K K K

Uneori după o asemenea chemare se transmite în telegrafie indicativul.

Se recomandă a se transmite rîndurile complete de RY, pentru a permite corespondentului să determine mărimea paginii la transmisie. De asemenea, sînt bune chemările scurte, cuprinzînd seriile RY şi intercalat indicativul, întrerupte de recepţii scurte pe frecvenţa de lucru.

Limba folosită în mod curent în traficul RTTY este engleza; rareori se întrebuinţează şi abrevieri şi prescurtări din CW. Pentru cei care nu cunosc bine limba engleză se recomandă să-şi stabilească fraze scurte, corespunzînd unui QSO standard. În cazul cînd corespondentul iese din acest mesaj, se va transmite fraza „Sorry my English language is only for short contacts".

Chemarea se poate face şi cu ajutorul unei benzi pregătite special înainte, care conţine înregistrarea mesajului şi se introduce în distribuitorul automat.

Trebuie evitate chemările lungi.

Deoarece teleimprimatoarele folosite sînt de diferite tipuri, este foarte important să ne reamintim a face spaţiul între rînduri şi returul carului cam la aceleaşi distanţe ca cele recepţionate. Se recomandă să se facă înainte de toate de două ori semnalul de spaţiu între rînduri şi apoi întoarcerea carului.

La finele mesajului, după ce s-a bătut de mai multe ori semnalul K, este bine să batem spaţiul între rînduri şi returul carului, pentru a permite corespondentului să transmită imediat

Cum majoritatea radioamatorilor sînt slabi dactilografi, legăturile sînt în general lungi şi de aceea este recomandabil să nu facem mesaje mai lungi de 2...3 minute; totodată este foarte dificil să se intre într-un QSO început.

Un inconvenient deosebit la recepţia RTTY este QRM-ul existent în frecvenţele de lucru. La aceasta se mai adaugă uneori faptul că se lucrează cu viteză şi „shift" care nu corespund celor standard, ca şi QSB-ul semnalului, rezultatul constînd în erori la înregistrare pe teleimprimator.

Trebuie reamintit, de asemenea, că sînt staţii comerciale care transmit pe frecvenţele rezervate radioamatorilor sau vecine cu acestea. Aceste staţii pot fi utile pentru punerea la punct a convertorului, deoarece au o mare stabilitate a frecvenţei de lucru, semnale puternice şi care nu pot fi perturbate uşor de paraziţi. În continuare, iată o listă cu asemenea staţii:

Denumirea şi ţara	Frecvenţa de lucru	Valoarea „shift"
Reuter	14 515 kHz	170
Ceteka	14 585 kHz	425
TASS	14 720 kHz	850
ANSA	15 472 kHz	425
DIPLO — Franţa	16 398 kHz	425
ADN	17 435 kHz	425
JTA — Israel	19 538 kHz	425
Interpress	21 765 kHz	850
ANSA	23 072 kHz	425
AIR — India	23 130 kHz	850
Reuter	23 391 kHz	425

De remarcat că şi în traficul de radioamator în RTTY se desfăşoară concursuri interne sau internaţionale, în care se pot demonstra eficienţa aparaturii şi abilitatea operatorului.

Cîteva recomandări privind întreţinerea teleimprimatorului

Pentru ştergerea prafului se recomandă doar folosirea pensulelor şi nu a fîşiilor de pînză sau altor materiale care se destramă şi se scămoşează uşor. Pentru părţile la care accesul nu este posibil cu pensula, vom întrebuinţa un suflător mic.

La fiecare 150 ore de funcţionare vom verifica cu atenţie motorul şi în special colectorul acestuia. Dacă acesta prezintă coroziuni sau depuneri, se curăţă cu grijă, folosind şmirghel foarte fin.

Controlăm dacă periuţele de contact alunecă uşor pe contacte şi le vom înlocui în cazul cînd sînt prea uzate, deoarece în această situaţie resortul spiral nu mai permite menţinerea periuţelor cu suficientă presiune pe colector şi determină naşterea scînteilor lungi şi puternice. După înlocuirea periuţelor vom urmări cu multă atenţie curăţenia colectorului, deoarece prin echilibrarea întregului sistem periuţe-colector se depune o oarecare cantitate de pulbere fină de cărbune şi praf.

Se vor pensula periodic caracterele (literele, cifrele) din complexul de imprimare cu o pensulă moale, înmuiată în benzină uşoară.

Sugestii privind cauzele unor posibile deranjamente la teleimprimator

1 — Motorul are viteză prea mare şi aceasta nu poate fi reglată cu regulatorul centrifugal de viteză. În general, în acest caz, unul din condensatoarele filtrului este defect.

2 — Motorul teleimprimatorului nu porneşte. În acest caz se verifică contactele de pornire şi întreruptorul şi, de asemenea, cu un instrument, tensiunea de alimentare.

3 — Teleimprimatorul nu recepţionează mesaje. Verificăm întîi dacă releul selector este alimentat şi dacă curentul de alimentare este suficient. Apoi verificăm dacă lama releului este sensibilă la semnale şi dacă semnalele sînt înregistrate de pîrghiile selectoare şi transferate în cele din cod.

4 — Teleimprimatorul nu transmite. Controlăm dacă, apăsînd o clapă oarecare, dispozitivul cu came face o rotaţie şi apoi se opreşte. Verificăm cu un instrument contactele circuitului, precum şi curăţenia lor.

5 — Inversarea benzii nu funcţionează. Verificăm dacă panglica are la cele două capete ochiul de metal special. După aceasta, dacă deranjamentul nu a fost eliminat, controlăm angrenajul de inversare a înfăşurării benzii.

6 — Teleimprimatorul scrie, dar cu litere amestecate şi cu erori mari. Verificăm curentul în linie, care poate fi prea mare sau prea mic. Apoi verificăm complexul de orientare, asigurîndu-ne că se găseşte în centrul limitelor de funcţionare.

Curăţim şi reglăm contactele de transmisie ale clapelor, care pot fi de asemenea greşit reglate. Cu un diapazon verificăm şi reglăm viteza motorului, care poate fi mai mare sau mai mică decît cea necesară.

7 — Teleimprimatorul imprimă, dar nu efectuează mutarea literelor şi cifrelor. Verificăm dacă resortul de reţinere al mutării este prea tare sau dacă resortul benzii de funcţiune este prea moale. Verificăm de asemenea dacă întinzătorul liniei de mutare nu s-a alungit şi dacă lama benzii de funcţionare nu este crăpată sau chiar spartă.

8 — Teleimprimatorul imprimă, dar nu execută regulat înaintarea în linie. Reglajul piedicii la avansarea liniei este eronat. Verificăm resortul benzii de funcţiuni, care poate să fie rupt sau chiar să lipsească.

9 — Teleimprimatorul imprimă, dar nu execută corect întoarcerea carului. Resortul tamburului de întoarcere al carului poate să fie slab sau rupt.

În sfîrşit, iată frecvenţele de lucru repartizate pentru RTTY:

Banda 80 m	3 618 . . .	3 625 kHz
Banda 40 m	7 035 . . .	7 040 kHz
Banda 20 m	14 080 . . .	14 100 kHz
Banda 15 m	21 080 . . .	21 100 kHz
Banda 10 m	28 080 . . .	28 100 kHz
U.M.F.	145 300 . . .	145 350 kHz

Slow scan television — SSTV

SSTV reprezintă un domeniu mai nou de activitate a radioamatorilor şi nu este altceva decît transmiterea de imagini cu viteză redusă. Aceasta putînd fi făcută în paralel cu transmiterea audio, se asigură o legătură atît audio cît şi video cu corespondentul. Desigur, este mult mai interesant acest mod de lucru decît cele obişnuite, odată cu vocea corespondentului apărînd pe ecranul de recepţie şi fotografia acestuia sau alte imagini.

Transmisia de imagini cu viteză redusă este relativ puţin cunoscută la noi şi vom încerca să prezentăm elementele ce stau la baza sa, precum şi aparatura minimă necesară.

Aşa cum ştim cu toţii, TV înseamnă în principiu transmiterea la distanţă de imagini fixe sau mobile. În cazul SSTV-ului avem de-a face numai cu transmiterea de imagini fixe, dată fiind durata de timp mare în comparaţie cu TV-ul pentru transmiterea imaginii. Desigur, acesta este un dezavantaj al SSTV-ului pentru noi toţi, obişnuiţi a urmări zilnic programele de TV dar, dacă ne gîndim că în SSTV folosim o bandă de lucru de numai 2,5 kc/sec faţă de cei 7 Mc/sec folosiţi în TV, ne dăm seama uşor de ce durata transmiterii unei imagini este mai mare, ceea ce permite numai transmiterea de imagini fixe.

Să ne gîndim însă că folosind o staţie de radioamator cu o putere în jurul a 100 W şi o antenă directivă, putem transmite propria imagine la orice corespondent în orice parte a globului pămînesc.

Practic, banda de frecvenţe folosită în SSTV nu depăşeşte ca lărgime pe cea folosită în SSB, şi schimbul de imagini poate fi făcut pe orice frecvenţă din porţiunile de bandă rezervate foniei în benzile de radioamatori de la 80 m pînă la 10 m.

Pentru transmiterea unei imagini sînt necesare 8 secunde, fiecare imagine fiind compusă din 120 linii de explorare.

Imaginea poate fi urmărită imediat pe un tub cu raze catodice sau înregistrată pe bandă, pentru a putea fi apoi reprodusă cînd dorim.

În continuare să analizăm standardele stabilite pentru lucrul radioamatorilor în SSTV :

Modulaţia :	*Fm (modulaţie frecvenţă) :*
Alb :	2 300 Hz
Negru :	1 500 Hz
Sincronizarea :	1 200 Hz
Baleiaj vertical :	1/8 Hz
Baleiaj orizontal :	15 Hz
Forma rasterului :	1 : 1
Durata sincronizării orizontale :	5 milisecunde
Durata sincronizării verticale :	30 milisecunde

Desfăşurarea explorării : de la stînga la dreapta şi de sus în jos.

Deoarece imaginea se formează în 8 secunde, este necesară folosirea unui tub catodic care să prezinte o mare persistenţă a imaginii.

Forma pătrată a imaginii permite o bună utilizare a tuburilor catodice cu ecranul circular. Capacitatea de rezoluţie a sistemului folosit cu 120 linii se poate obţine din următorul calcul :

$N = 2 \cdot B \cdot K/f = 2 \cdot 900 \cdot 0{,}87/0{,}125 \approx 13\,000$ unde,

B = banda video $(120/2 \cdot 15 = 900)$, iar K factorul specific.

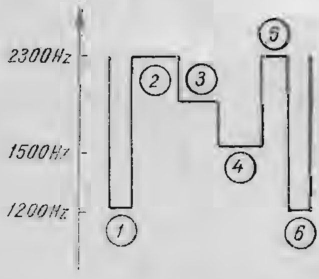


FIG. 551

Pentru o mai bună înţelegere, să facem comparaţie şi cu alte sisteme de transmitere a imaginii.

Imaginea :	*Numărul de elemente vizibile :*
Film profesional de 35 mm :	1 000 000
Film 16 mm :	250 000
Imagini TV la transmisia cu 625 linii :	230 000
Film de amator, de 16 mm :	200 000
Film de amator, de 8 mm :	50 000
SSTV :	13 000

În fig. 551 este arătată schematic o linie de explorare cu sincronizare orizontală şi tonuri de gri, sau mai precis :

1) Impuls de sincronizare orizontală de 5 milisecunde care dă începutul liniei, (2) alb, (3) gri, (4) negru, (5) alb, (6) sincronism.

Aparatura necesară pentru lucrul în SSTV

Spre deosebire de alte moduri de lucru, stația nu trebuie modificată la recepție, obținîndu-se semnalul din partea de audiofrecvență a radioreceptorului, iar la transmisie se introduce semnalul la intrarea de audiofrecvență.

Pentru transmisie este necesar un generator de imagini și un convertor obișnuit pentru SSB iar la recepție, un monitor și un radioreceptor pentru SSB.

Radioemițătorul și radioreceptorul trebuie să aibă o stabilitate deosebită, dată fiind durata de transmitere a imaginii, fără a fi neapărat nevoie de aparatură profesională.

În continuare, vom prezenta un monitor cu tuburi electronice, realizat de radioamatorul italian I4LCF. În fig. 552 este prezentată schema-bloc a monitorului.

În fig. 553 este prezentată schema de principiu a monitorului, iar în fig. 554, montajul tubului catodic.

Semnalul SSTV provenind de la partea de audiofrecvență a radioreceptorului, de la un generator de imagini cu viteza redusă (Slow Scan), de la un magnetofon sau altă sursă SSTV, este aplicat în primarul transformatorului TR. De la transformator, semnalul este aplicat primului etaj, echipat cu una din

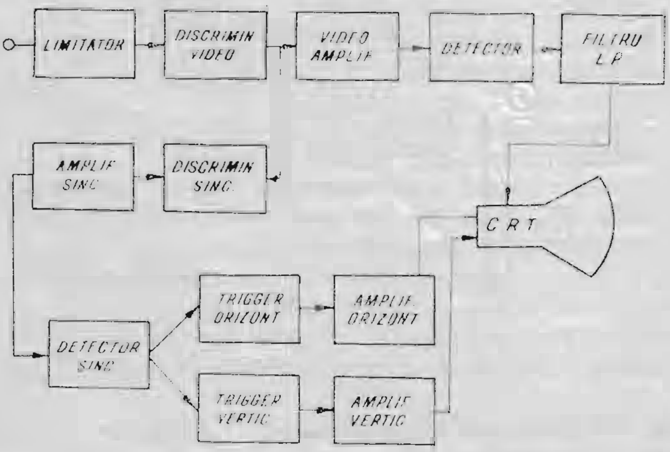


FIG. 552

triodele tubului ECC83 care funcționează ca limitator, și apoi etajelor următoare, echipate cu cea de a doua triodă din tubul

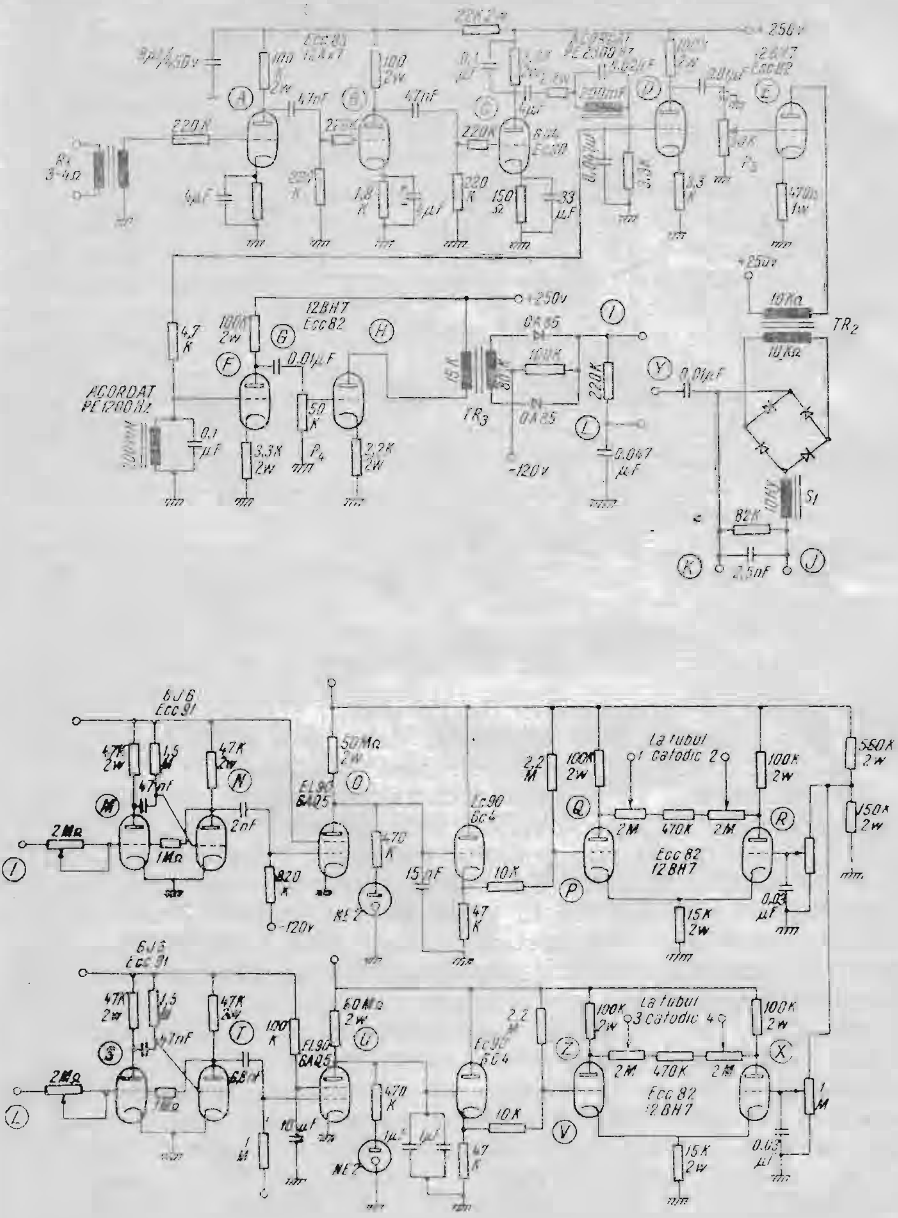

+250v
ECC83
ACORDAT PE 2300 Hz
ACORDAT PE 1200 Hz
12BH7
ECC82
OA85
TR₂
TR₃
S₁
-120v
6J6
ECC91
EL90
6AQ5
EC90
6C4
La tubul catodic
Ecc 82
12BH7
NE2

FIG. 553

electronic ECC83 și cu tubul EC90. După aceste etaje obținem un semnal de amplitudine constantă, dar frecvență variabilă.

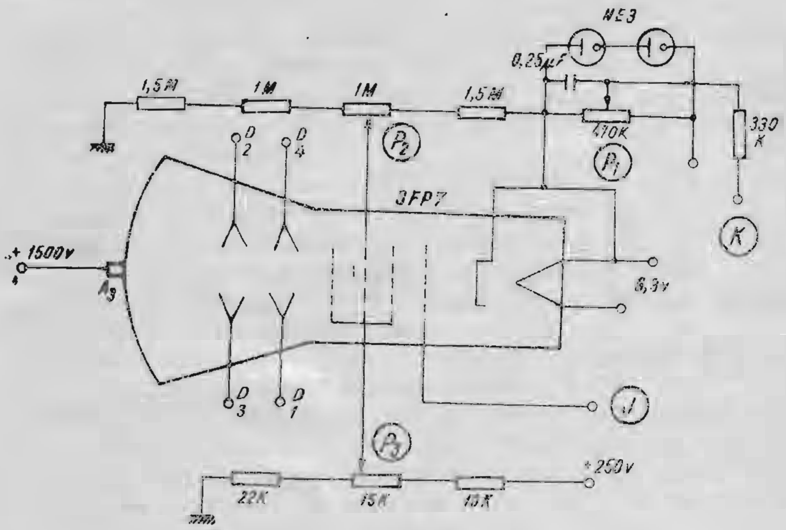


FIG. 554

Urmează un circuit video discriminator, acordat pe 2 300 Hz, după care semnalul este amplificat de etajele 4 și 5, echipate cu cele două triode ale tubului electronic ECC82.

Potențiometrul P5 reglează contrastul imaginii pe tubul catodic. Semnalul este apoi aplicat prin intermediul transformatorului TR2, cu raport 1/1, grupului redresor compus din diodele D1 . . . D4 și apoi o parte din curentul rezultat este trimis prin condensatorul de 0,01 μF la tubul electronic T12B care joacă rolul de amplificator pe verticală, iar o altă parte, filtrată prin șocul S1, folosește la modularea curentului pe grila de comandă a tubului cinescop.

Revenind la ieșirea filtrului discriminator video, vedem că o parte din semnal merge la discriminatorul de sincronizare, acordat pe 1 200 Hz și de aici este amplificat în tuburile T3A și T3B. Potențiometrul P4 reglează amplitudinea semnalelor de sincronizare. Aceste semnale sînt apoi detectate prin diodele D5 și D6 și trimise în două direcții. Semnalele de sincronizare orizontală din punctul I sînt aplicate tubului electronic T5, respectiv multivibratorului monostabil orizontal. Semnalele de sincro-

nizare verticală, din punctul L, sînt aplicate tubului electronic T9, respectiv multivibratorului monostabil vertical.

Rezistența de 220 KΩ, conectată între punctele I și L, și condensatorul de 47 nF, conectat între L și masă, formează un filtru de sincronism, astfel calculat, încît să împiedice ca impulsurile scurte ale sincronismului orizontal să ajungă la tubul T9.

În ceea ce privește baleiajul orizontal, semnalul „în dinți de ferăstrău" este generat pe rezistența de 470 kΩ și pe lampa cu neon NE-2, respectiv pe grila tubului T7. Rezistența și lampa cu neon formează un circuit de protecție care împiedică apariția unei tensiuni superioare lui 90 V, în cazul cînd nu se recepționează semnalele de sincronizare. Astfel, dacă etajul echipat cu tubul T5 nu funcționează, sau nu ajung la convertor semnalele de sincronizare, sau recepția este interferată, vom vedea lampa cu neon strălucind.

Fiecare „dinte de ferăstrău" începe cu un impuls de sicronizare de o durată stabilită, care comandă tubul T5, respectiv multivibratorul monostabil. Semnalele din acest multivibrator sînt aplicate tubului T6, care, fără semnal, este blocat de tensiunea negativă aplicată grilei de comandă prin intermediul rezistenței de 820 kΩ. Astfel, tubul T6 se deblochează și condensatorul de 15 nF se descarcă. Odată cu dispariția impulsului de la multivibrator, tubul T6 se blochează din nou, condensatorul de 15 nF se reîncarcă, și întregul ciclu descris se reia.

Luminozitatea lămpii cu neon NE-2 se datorește descărcării condensatorului de 15 nF, în perioada cînd tubul T6 este blocat. Cu acest circuit, în absența semnalelor de sincronizare, apar pe ecranul cinescopului linii negre, deoarece spațiul luminos rămîne afară.

Tubul T8 lucrează ca amplificator și potențiometrul dublu de 470 kΩ determină dimensiunile orizontale ale imaginii pe tubul cinescop.

Cam în același mod funcționează circuitul de baleiaj vertical cu tuburile T9, T10 și T11, diferența constînd în durata mai mare a impulsului vertical ca urmare a capacității de 2 μF, care determină o durată de 8 secunde a „dintelui de ferăstrău".

Alimentarea montajului se poate face fie cu un alimentator cu diode semiconductoare (fig. 555), fie cu unul cu tuburi electronice (fig. 556).

În ceea ce privește tubul catodic (tubul cinescop) pe care îl vom folosi, el trebuie să fie cu deflexie electrostatică, de tip CRT, pentru care este adaptat întregul montaj. Indicativul aces-

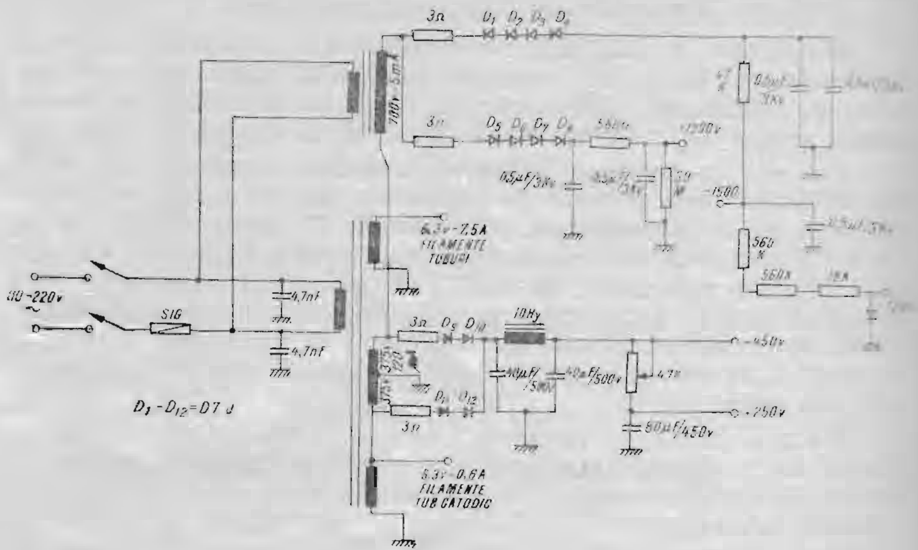


FIG. 555

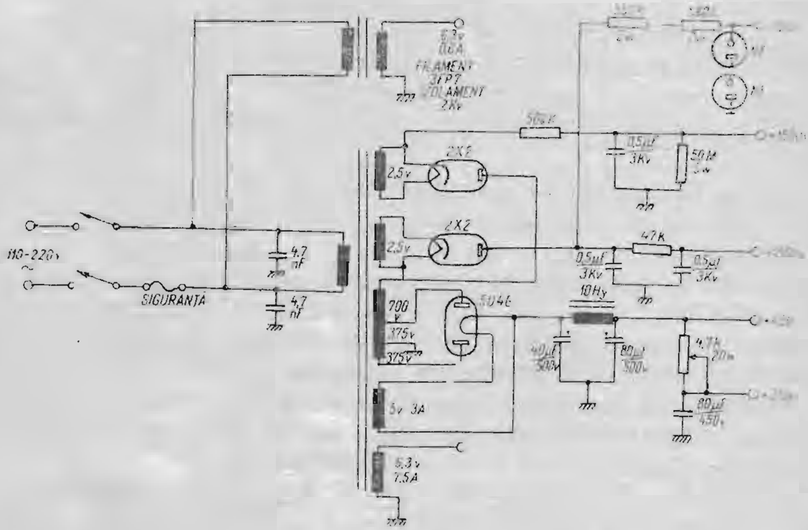


FIG. 556

tui tub este compus din două numere și două litere, în cazul nostru 3FP7.

Primul număr (3) arată diametrul tubului, în degete (F — o măsură englezească), a doua literă (P) indică un ecran fosforescent, iar numărul final (7), indică tipul substanței fosforescente folosite.

Tipurile cele mai frecvente în țările vest-europene sînt 3FP7, 4FP7 și 5FP7. În fig. 557 sînt indicate contactele exterioare ale tuburilor 3FP7 și 4FP7.

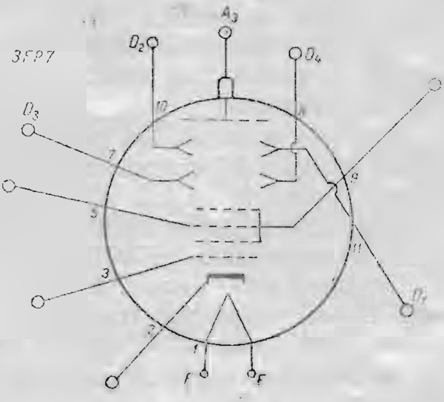


FIG. 557

Detalii privind realizarea monitorului

Este indicat ca alimentatorul să fie separat de monitor, respectiv realizate pe șasiuri diferite. Astfel, radioamatorul Franco Fanti (I4LCF) a realizat alimentatorul într-o cutie metalică cu dimensiunile 355×205×112 mm, iar circuitele propriu-zise ale monitorului, într-o cutie metalică cu dimensiunile 405×255××162 mm.

Cele două cutii metalice au fost așezate la cca 1,5 m una de alta și conectate între ele printr-un cablu multiplu, avînd la capete conectoare cu opt contacte. Între cablurile de conectare, cele folosite pentru înalta tensiune (+ și — 1 500 V), trebuie să existe o izolație corespunzătoare și să fie legate la conectoare la contactele cele mai depărtate unele de altele.

În montaj este preferabil să lucrăm numai cu cabluri ecranate, pentru a elimina orice posibilitate de interacțiune nedorită între etaje. De asemenea, pentru prevenirea distorsiunilor pe imagine, ca urmare a efectului cîmpurilor magnetice, este bine ca și tubul catodic să fie înconjurat cu un blindaj metalic antimagnetic, pus la masă (cupru).

Deoarece la potențiometrele P2 (focalizare) și P1 (luminozitate) tensiunile sînt înalte, este necesară izolarea lor de cutia metalică și prelungirea axelor de acționare cu material izolant, pînă la butoane.

O grijă deosebită vom avea cînd facem controale, pe timpul funcționării monitorului existînd pericol de electrocutare.

Se vor folosi de preferință tuburi electronice și piese componente noi și socluri ceramice pentru tuburi. De preferință se vor monta toate potențiometrele pe panoul frontal, chiar și cele la care se umblă mai puțin, pentru a le putea acționa cu ușurință în caz de nevoie.

Transformatorul TR1 poate fi unul obișnuit de ieșire, pentru difuzor, folosit în aparatele de radiorecepție, iar TR2, cu raportul 1/1 și impedanța 10 kΩ, atît în primar cît și în secundar, trebuie să aibă izolația între bobinaje astfel făcută, încît să nu fie străpunsă de tensiunea înaltă din redresorul cu cele patru diode (respectiv prevăzută pentru 3 kV). În lipsa posibilităților de realizare a unui asemenea transformator, putem folosi două transformatoare obișnuite, conectate ca în fig. 558.

În schemă, intrarea monitorului este prevăzută pentru o impedanță joasă, de 3 . . . 4 Ω. Dacă se preferă o intrare pe impedanță mai mare, de exemplu 600 Ω, circuitul de intrare al tubului T1 se va realiza ca în fig. 559.

Interferențele din benzile de radioamatori sînt foarte dăunătoare pentru emisiunile SSTV și în special pentru semnalele de sincronizare. Interferența, sau, respectiv, lipsa semnalelor de sin-

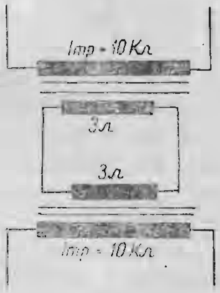


FIG. 558

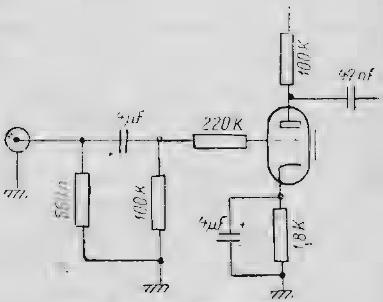


FIG. 559

cronizare orizontală, nu are urmări grave dacă este de scurtă durată, deoarece în această perioadă de timp spațiul luminos rămîne în afara ecranului, apărînd o linie neagră care nu compromite întreaga imagine.

Dacă însă interferenţa se manifestă în momentul cînd se transmite semnalul de sincronizare verticală, poate fi compromisă întreaga imagine, următorul semnal venind după 8 secunde.

Pentru eliminarea acestui inconvenient, putem monta un întreruptor cu buton în serie cu o rezistenţă de 33 kΩ pe grila de comandă a multivibratorului monostabil orizontal (fig. 560).

Prin apăsarea pentru scurt timp a butonului se stabileşte contactul şi se generează artificial impulsul de sincronism vertical.

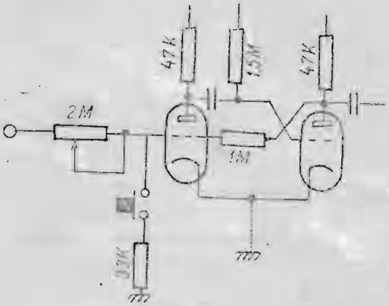


FIG. 560

Acordul pe frecvenţa corespondentului

Pentru acordul asupra staţiei de recepţionat poate să fie suficient reglajul acordului în jurul frecvenţei de lucru, pînă apare clară imaginea pe tubul catodic. Un sistem eficient de acord este cel descris în fig. 561.

Circuitul LC realizat cu o bobină toroidală de 88 mH trebuie acordat pe 1 200 Hz, respectiv frecvenţa de sincronizare, punctul H se conectează la anodul tubului din cel de al doilea etaj amplificator de sincronism, respectiv 14B. Potenţiometrul de 2 MΩ permite reglajul tubului electronic 6F6G. În partea inferioară a fig. 561 sînt prezentate trei exemple de ceea ce se poate vedea pe tubul electronic indicator de acord.

Dacă nu avem semnal la recepţie, cele două sectoare luminoase apar depărtate ca în A. Cînd se recepţionează un semnal de 1 200 Hz, corespunzător frecvenţei de sincronizare, semnalele luminoase apar ca în B, iar în cazul recepţionării unei imagini negre (1 500 Hz), apar oscilaţii ale sectoarelor luminoase, ca în C. Este bine ca şi la emisiunile SSTV să se stabilească o normă convenţională pentru acordul corespondentului, normă ce ar putea consta în emiterea unei note de 1 200 Hz pentru o anumită perioadă de timp.

Monitorul poate fi executat cu circuite imprimate, care permit realizarea compactă. In fig. 562, 563, 564 şi 565 sînt prezentate circuitele imprimate văzute de jos la scara 1/2.

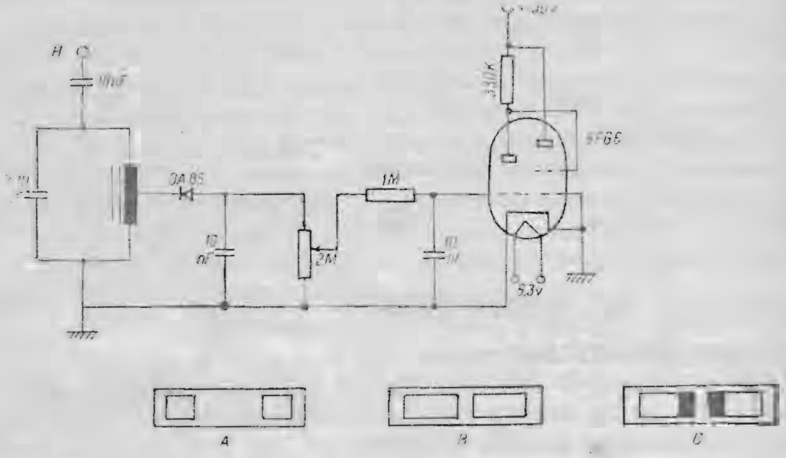


FIG. 561

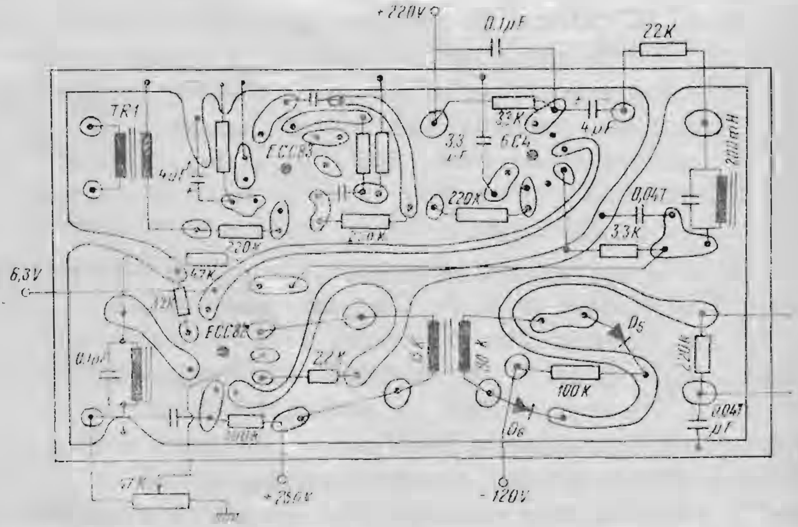


FIG. 562

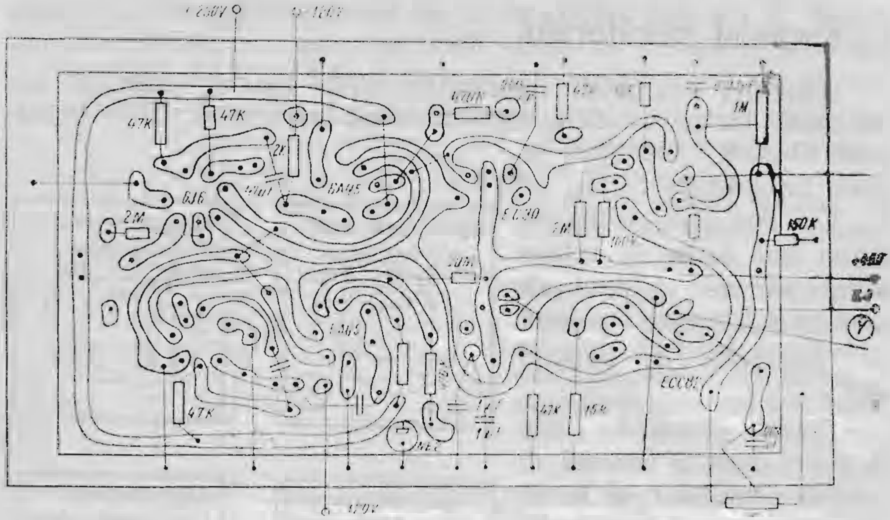


FIG. 563

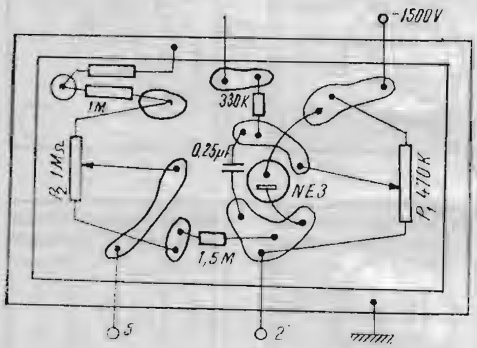


FIG. 564

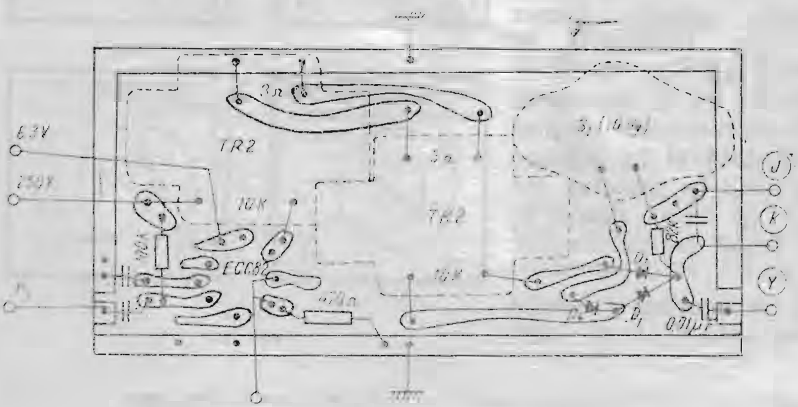


FIG. 565

Reglajul monitorului

Unul din avantajele emisiunilor SSTV este posibilitatea înregistrării lor pe bandă magnetică, ceea ce permite să fie reproduse ulterior recepției, și chiar fotografiate.

Cel mai bun sistem de reglaj este acela de a face o înregistrare a unui alt radioamator, care posedă un generator de imagini SSTV.

Pentru început, vom face un control general al tuturor circuitelor, al încălzirii filamentelor la tuburile electronice și la tubul catodic, a aplicării tensiunilor de alimentare pe restul electrozilor din tuburile electronice și numai după aceea vom aplica înalta tensiune la tubul catodic.

Conectăm înregistratorul (magnetofonului) la intrarea monitorului și începem reproducerea. Aplicarea unei imagini negre va da diferite forme ale undei în fiecare circuit. Forma undei este reprodusă în fig. 566, și anume, sub figurile notate cu litere de la A la T, litera din figură fiind notată și în schema din fig. 553 în punctul din montaj în care găsim această formă pe osciloscop, și anume :

A. La acordul tubului T1 vom vedea cu un osci-

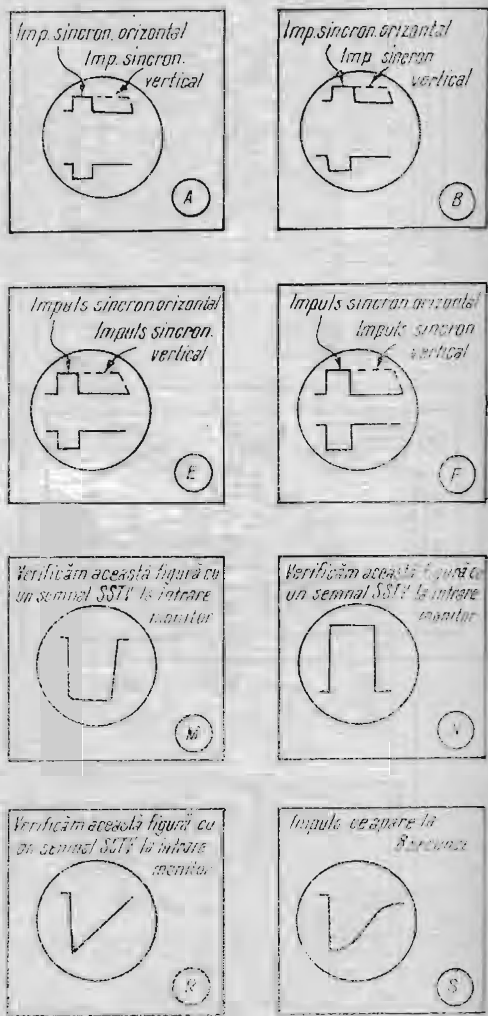
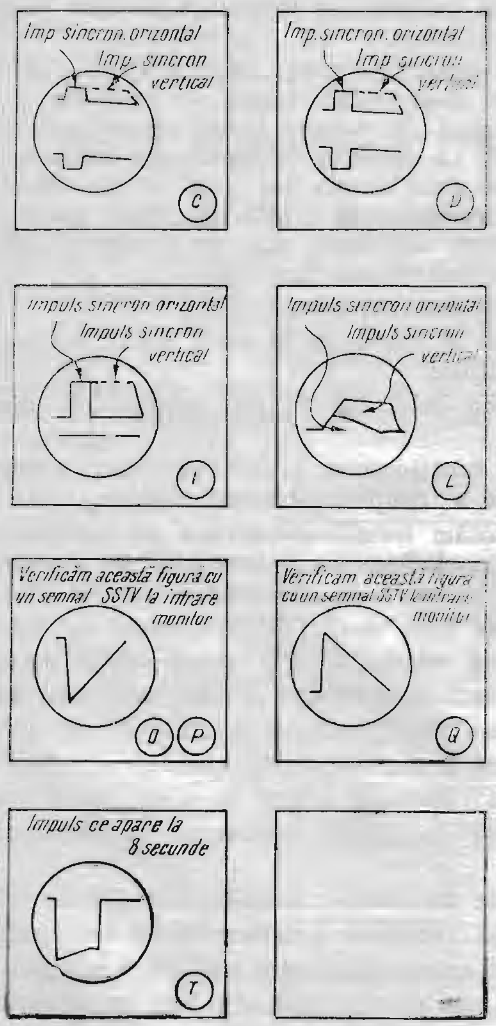


FIG. 566

loscop cu baleiajul orizontal de 15 Hz forma indicată în figură. Impulsul de sincronizare verticală apare la fiecare 8 secunde.

B. Dacă tubul T1 lucrează bine, pe anodul celui de al doilea tub T1B va apare același semnal, dar amplificat, ceea ce va impune o reducere a amplificării la tubul catodic.



C. În anodul tubului T2 trebuie să existe aceeași formă a undei. În acest punct putem verifica modul cum funcționează etajul limitator. Reglînd amplitudinea semnalelor de ieșire la magnetofon, amplitudinea undei nu trebuie să crească.

D. Ca la figura precedentă, dar amplificată.

E. Amplitudinea semnalului din anodul tubului T3B este în funcție de poziția potențiometrului P5, care determină contrastul imaginii.

F. Pe grila de comandă a tubului T4A, amplificator de semnale de sincronizare, va apare imaginea din figură cu sincronizarea orizontală scoasă mult în evidență.

G. Aceeași formă ca în F, dar amplificată în anodul tubului T4A, ceea ce va impune reducerea amplificării la osciloscop.

H. Idem cu F și G. Putem verifica acțiunea potențiometrului P4 care reglează amplitudinea semnalelor de sincronizare.

I. După redresorul de semnale de sincronizare va apare numai o jumătate din figură, cu semnalele de sincronizare mai mult sau mai puţin în evidenţă, în funcţie de poziţia potenţiometrului P4.

L. În acest punct va trebui ca semnalul de sincronizare orizontală să fie foarte mult atenuat, iar semnalul de sincronizare verticală, ce apare din 8 în 8 secunde, va trebui să fie bine scos în evidenţă.

M. Înainte de a controla acest punct din anodul tubului T5A verificăm dacă semnalele de sincronizare ajung pe grila de comandă a tubului. Dacă în anod nu vedem forma sintetizată în fig. 483 este foarte probabil că aceasta se datoreşte nivelului prea redus al semnalului de sincronizare pe grila de comandă. Vom acţiona asupra potenţiometrului de 2 MΩ sau, dacă această valoare este prea mare, pentru un reglaj mai fin putem monta o rezistenţă de 1 MΩ şi un potenţiometru de 1 MΩ.

N. Aceeaşi figură ca la M, dar amplificată.

O. „Dintele de ferăstrău" ce va apare în acest punct trebuie să aibă diagonala foarte rectilinie.

P.*Q*. şi *R*. Forme identice celei din O, dar amplificate din ce în ce mai mult.

Se controlează totodată funcţionarea potenţiometrului dublu asupra amplitudinii orizontale a imaginii pe tubul catodic.

S. În acest punct controlăm forma semnalului de sincronizare verticală. Ca şi la M, controlăm dacă semnalul de sincronizare verticală este prezent pe grila de comandă a tubului T9A.

S.*T*. Dacă multivibratorul este atacat de semnalele de sincronizare, trebuie ca în anodul tubului T10 să vedem aceste două forme. În acest caz negativ, acţionăm asupra potenţiometrului de 2 MΩ. Pentru un rezultat mai bun, poate fi necesar şi un nou reglaj uşor al potenţiometrului de sicronism orizontal.

U. „Dintele de ferăstrău" poate fi văzut în acest punct cu un osciloscop cu amplificator de curent continuu, cu baleiajul pe 10 secunde.

V.*Z*. şi X. Tot „dinte de ferăstrău". Reglăm potenţiometrul dublu pentru ca amplitudinea verticală a rasterului să fie egală cu cea orizontală, în vederea asigurării formei pătrate a imaginii.

Controalele indicate mai sus sînt de fapt cele mai importante şi de ele depinde în mare măsură buna funcţionare a monitorului.

După reglaje se va putea conecta monitorul la radioreceptor şi se va încerca recepţionarea unui semnal SSTV. Frecvenţele de lucru pentru SSTV sînt 3 845; 14 230 şi 21 340 kHz.

Este recomandat ca primele probe să le facem cu staţiuni din ţara proprie, din ţările apropiate sau din Europa, deoarece semnalele, în acest caz, vor fi puternice, mai puţin afectate de QRM şi QSB, deci vor permite un reglaj mai corect şi mai uşor al aparaturii folosite. De menţionat că în marea majoritate a ţărilor europene sînt radioamatori ce lucrează în SSTV.

Monitor tranzistorizat

Monitorul descris în continuare a fost realizat de radioamatorul suedez SMØBVO, care îl foloseşte cu rezultate bune. Schema bloc a monitorului este prezentată în fig. 567, iar schema de principiu, în fig. 568.

În lucrul SSTV, o subpurtătoare de 1 500 Hz, care echivalează cu „negru", este modificată periodic la 1 200 Hz pentru informaţiile de sincronizare, şi la 2 300 Hz pentru informaţiile video, întreaga emisiune SSTV fiind modulată pe această subpurtătoare.

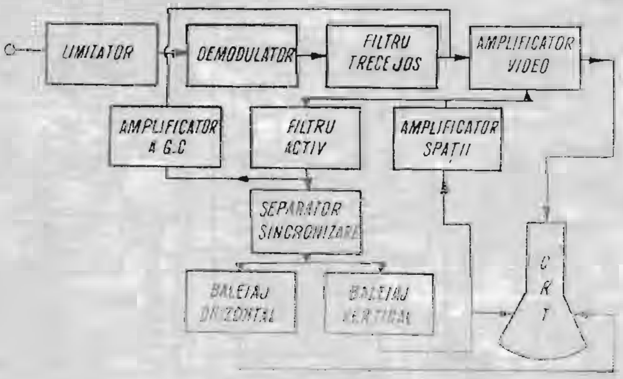
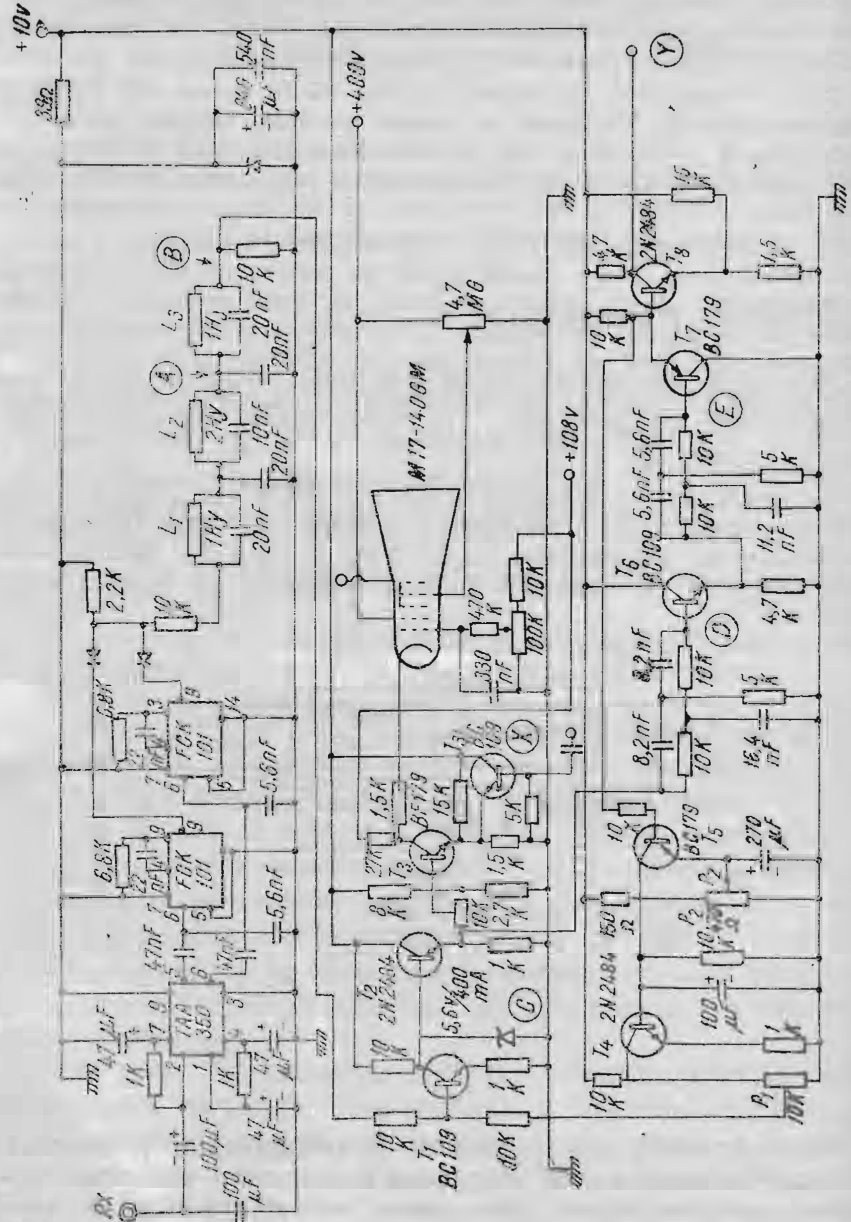


FIG. 567

Semnalul SSTV este preluat de la radioreceptor şi introdus în etajul limitator, primul din monitor. Semnalul este apoi demodulat, trecut printr-un filtru „trece jos" şi amplificat în etajul videoamplificator. Semnalele de sincronizare sînt preluate de


+10v
+400v
+108v
TAA 350
FOK 101
BC109
2N2484
BC179
BF179
4,7 MΩ

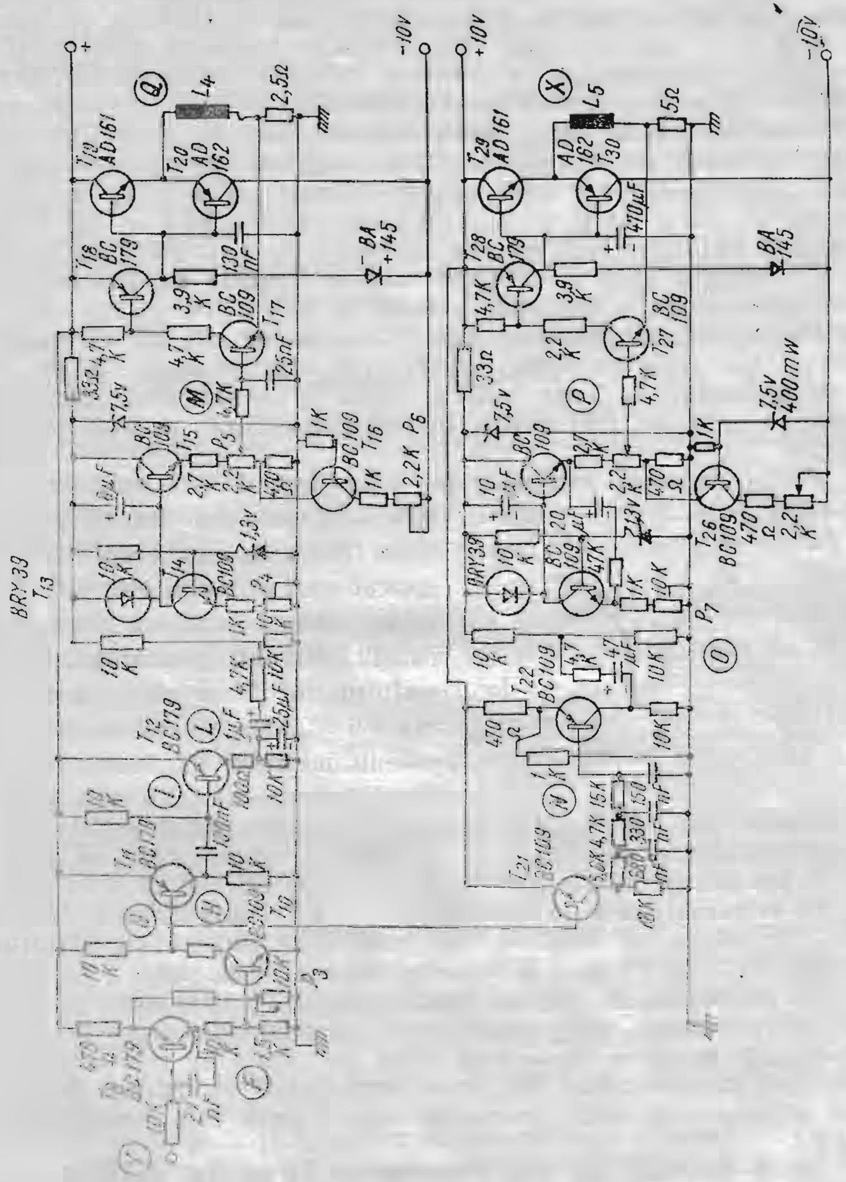

+10v
-10v
AD161
AD162
BC179
BC109
BA145
BRY39
L4
L5
2,5Ω
5Ω
33Ω
7,5v 400mW

FIG. 568 b

la etajul amplificator video, separate, şi folosite pentru excitaţia amplificatorului de baleiaj vertical şi orizontal. Monitorul foloseşte şi circuite integrate. Astfel, limitatorul lucrează cu circuitul integrat TAA 350, de unde apoi semnalul pilotează două multivibratoare monostabile, ce folosesc circuite integrate de tipul FCK 101, ce produc demodularea semnalului.

Urmează filtrul „trece jos", care permite trecerea frecvenţelor între 0 şi 900 Hz. De la filtru, semnalul care are o amplitudine de cca 400 mV este aplicat etajelor echipate cu tranzistoarele T1, T2 şi T3 şi de aici, la tubul catodic M17 — 140 GM, fabricaţie Philips. Acest tub are avantajul de a fi foarte compact, cu o suprafaţă utilă de 124×93 mm, o lungime de 227 mm şi o tensiune pentru acceleraţie de numai 10 kV.

De la emitorul tranzistorului T2, semnalul este de asemenea aplicat la etajele cu filtre, echipate cu tranzistoarele T6 şi T7 unde frecvenţele — între 2 000 şi 3 000 Hz — sînt mult atenuate respectiv cca 60 dB, curba de atenuare fiind prezentată în fig. 569.

De la emitorul tranzistorului T7 semnalul este aplicat etajelor echipate cu tranzistoarele T5 şi T4, unde este amplificat şi aplicat apoi primului etaj amplificator video, echipat cu tranzistorul T1. Nivelul semnalului între emitorul lui T7 şi masă va fi de cca 1,9 V. Prin ajustarea poziţiei potenţiometrului P2, tensiunea la baza tranzistorului T5 este adusă la valoarea de 6,2 V. Potenţiometrul P1 este reglat astfel încît pe emitorul tranzistorului T2, la vîrfurile de sincronizare, să avem 1,7 V, iar pentru negru, 2,4 V. De la etajul echipat cu tranzistorul T8 semnalul trece la cel echipat cu T9. Amplitudinea impulsului pe colectorul acestuia din urmă este reglată cu ajutorul potenţiometrului P3, pînă la valoarea de cca 5V la vîrf.

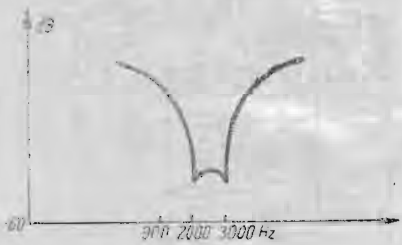


Fig. 569

De menţionat că pe baza tranzistorului T1 vom avea un impuls pătrat pozitiv, cu o durată de 3 milisecunde, care este aplicat etajului următor, unde vom avea un „dinte de ferăstrău" pe colectorul tranzistorului T12, care controlează oscilatorul de baleiaj orizontal, a cărui frecvenţă este reglată prin potenţiometrul P4.

De la emitorul lui T15, impulsul în formă de „dinte de ferăstrău", prin intermediul potenţiometrului P5, controlează ampli-

tudinea baleiajului. Circuitul de emitor al tranzistorului T15 este conectat de asemenea la tranzistorul T16, care asigură centrarea imaginii pe ecranul tubului catodic, prin intermediul reglajului la potențiometrul P6.

„Dintele de ferăstrău" este apoi amplificat în tranzistoarele T17 și T18, și pilotează etajele complementare, echipate cu tranzistoarele T19 și T20, la care este conectată și înfășurarea de deflexie. Pentru ameliorarea linearității, o mică parte din semnal este aplicat pe T17.

De la baza tranzistorului T11, impulsul pătrat este trimis la etajul de sincronizare, echipat cu tranzistorul T21 și integrat în circuitul colectorului. În colectorul tranzistorului T22 avem un impuls pătrat, care controlează oscilatorul echipat cu tranzistorul T23.

Funcționarea etajului de sincronizare verticală este similară cu cea a etajului de sincronizare orizontală.

Între emitorul etajului amplificator și masă vom avea un baleiaj de 15 V la vîrfuri, pentru etajul orizontal, și de 13 V, pentru cel vertical.

Între emitorul tranzistorului T24 și cel al tranzistorului T25 sînt conectate o rezistență de 470 kΩ și un condensator de 20 μF, pentru ameliorarea baleiajului vertical.

Condensatorul dintre baza tranzistorului T17 și colectorul tranzistorului T18 are rolul de a separa baleiajul vertical, care se poate suprapune peste cel orizontal.

Condensatorul din colectorul tranzistorului T28 separă baleiajul orizontal de cel vertical, iar tranzistorul T31 acționează asupra spațiului luminos.

Alimentarea monitorului. Pentru funcționarea monitorului sînt necesare următoarele tensiuni :

+ 10 kV pentru acceleratorul tubului catodic ;
+ 400 V pentru primul anod al tubului catodic ;
+ 100 V pentru controlul de grilă și pentru etajul final video ;
+ 10 V și — 10 V pentru etajele cu tranzistoare ;
— 11 V pentru alimentarea etajului generator de înaltă tensiune.

Pentru a obţine înalta tensiune, putem folosi alimentatorul din fig. 570, care conţine atît alimentarea de 11 V, cît şi etajele necesare pentru obţinerea înaltei tensiuni.

Un etaj oscilator de tip Hartley generează un semnal de 15 kHz, care este apoi amplificat de un al doilea etaj, echipat cu tranzistorul AU 103, în colectorul căruia găsim circuitul acordat

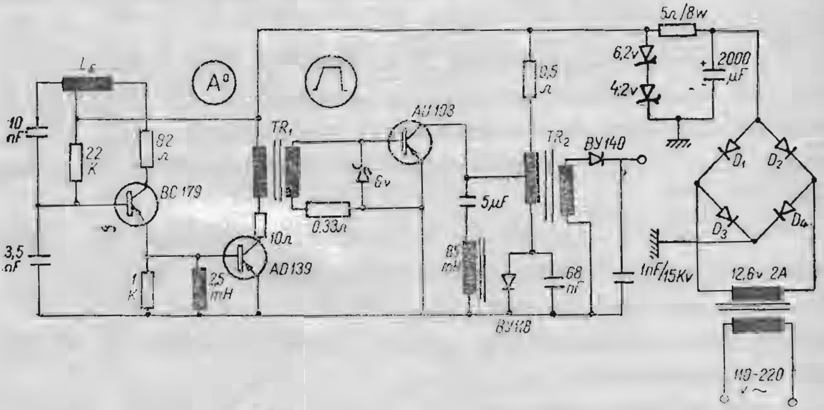


FIG. 570

compus din TR2 şi condensatorul de 5,2 μF, precum şi dioda BY118, în paralel cu condensatorul de 68 nF. Pe colectorul tranzistorului vom avea impulsuri de cca 80 V, iar în secundarul lui TR2 cca 10 kV. Urmează apoi redresorul compus din dioda semiconductoare BY140 şi condensatorul de 1 nF. Un rol deosebit îl are stabilizarea alimentării de 11 V, prin cele două diode Zenner, deoarece orice instabilitate ar influenţa negativ, deformînd părţile albe ale imaginii.

Alimentatoarele din fig. 571 asigură cei +10 V şi —10 V, stabilizaţi, necesari alimentării etajelor cu tranzistoare, avînd o bună liniaritate.

Alimentarea cu +400 V şi 100 V se poate asigura dintr-un redresor clasic, cu diode semiconductoare.

Realizarea mecanică a monitorului se poate face într-o cutie cu dimensiunile 160×240×300 mm, montajele cu tranzistoare

fiind dispuse pe două circuite imprimate cu dimensiunile 130×
×220 mm, aşezate vertical pe ambele părţi laterale ale tubului catodic.

Circuitul de alimentare pentru 10 kV se montează pe o plachetă cu dimensiunile 130×140 mm, fixată în partea posterioară a cutiei, avînd grijă ca dioda BY 140, ce redresează înalta ten-

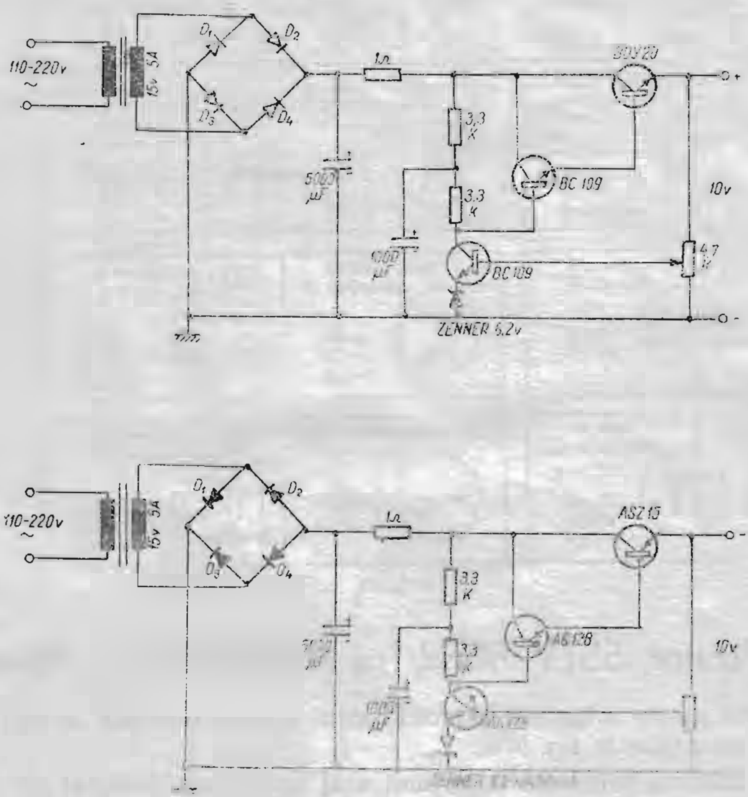


FIG. 571

siune, să fie distanţată la minimum 30 mm de orice parte metalică, în vederea evitării formării de arcuri electrice.

In fig. 572, respectiv în subfigurile notate cu litere de la A la P, sînt arătate caracteristici şi forme ale semnalelor în diferite puncte ale monitorului.

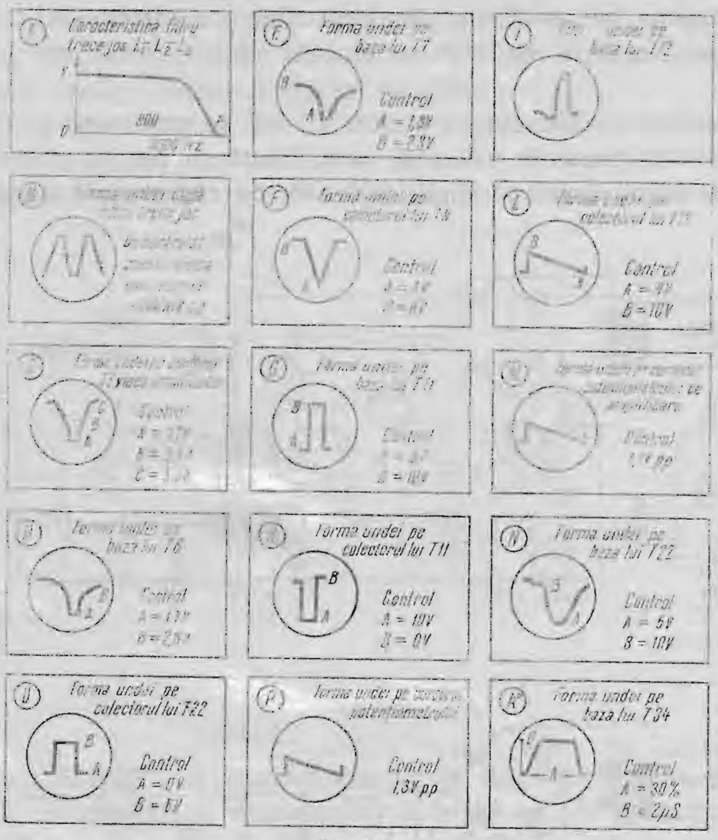


FIG. 572

Monitor SSTV hibrid, cu tranzistoare şi tuburi

Schema de principiu a monitorului este prezentată în fig. 573, iar schema bloc în fig. 574.

Monitorul foloseşte în primul etaj un circuit integrat de tipul µA 709 şi apoi o serie de etaje cu tranzistoare şi cu tuburi electronice.

Bobinajele cu miez de fier L1, L2 şi L3 au inductanţa de 88 mH, fiind realizate pe miezuri toroidale, iar condensatoarele C1 şi C3 au 0,22 µF, iar C2 are 0,054 µF. Circuitul acordat L1, C1 va avea rezonanţa pe frecvenţa 1 200 Hz, L2, C2 pe frecvenţa 2 300 Hz, iar L3, C3 pe frecvenţa 1 200 Hz.

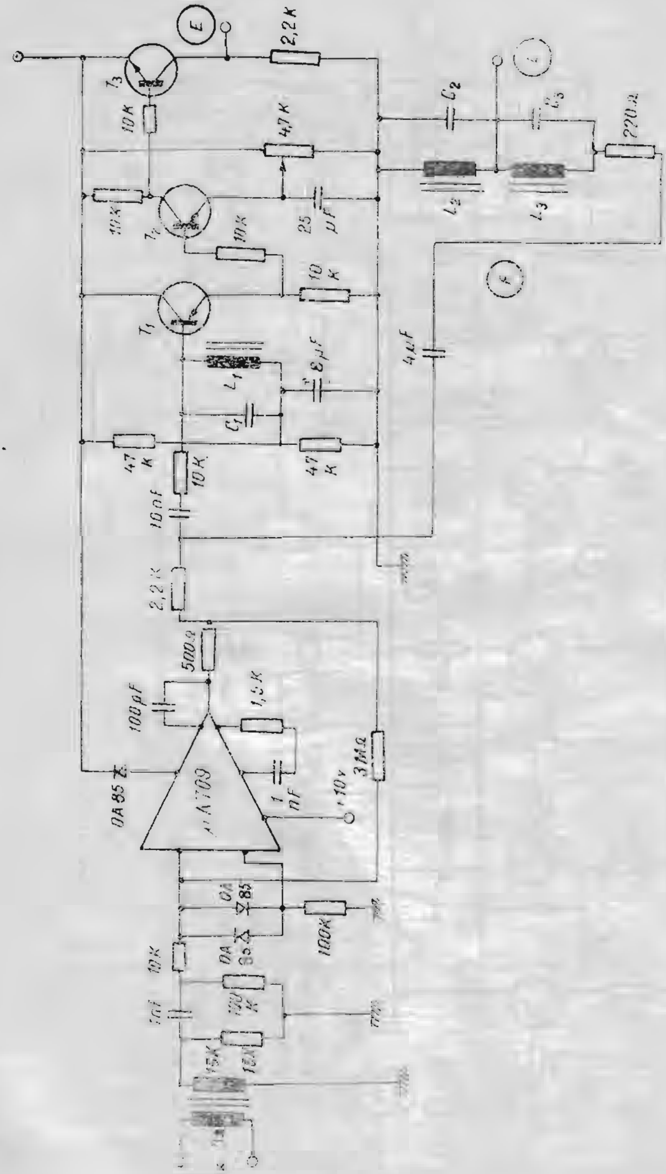
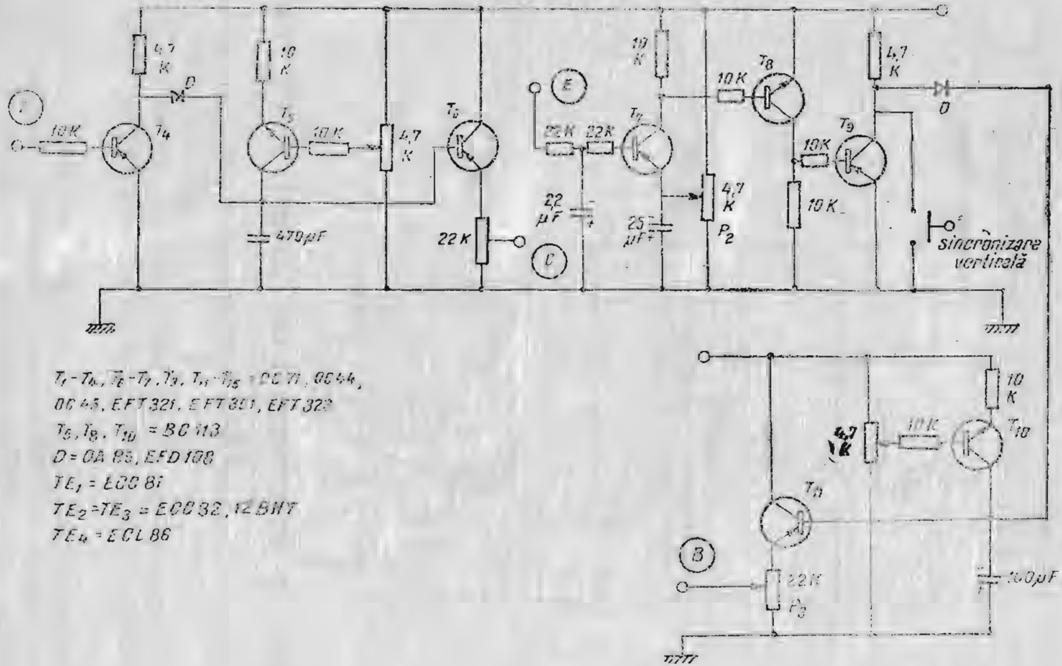

E
2,2 K
T3
10 K
4,7 K
T2
25 µF
T1
L1
8 µF
C1
47 K
10 K
10 nF
4 µF
F
C2
C3
L2
L3
220 Ω
2,2 K
500 Ω
100 pF
1,5 K
OA 85
µA 709
1 nF
+10 V
3 MΩ
100 K

FIG. 573 a



T_1-T_4, T_6-T_7, T_9, $T_{11}-T_{15}$ = OC 71, OC44,
OC 45, EFT 321, EFT 351, EFT 323
T_5, T_8, T_{10} = BC 113
D = OA 85, EFD 108
TE_1 = ECC 81
TE_2 = TE_3 = ECC 82, 12 BH7
TE_4 = ECL 86

FIG. 573 b

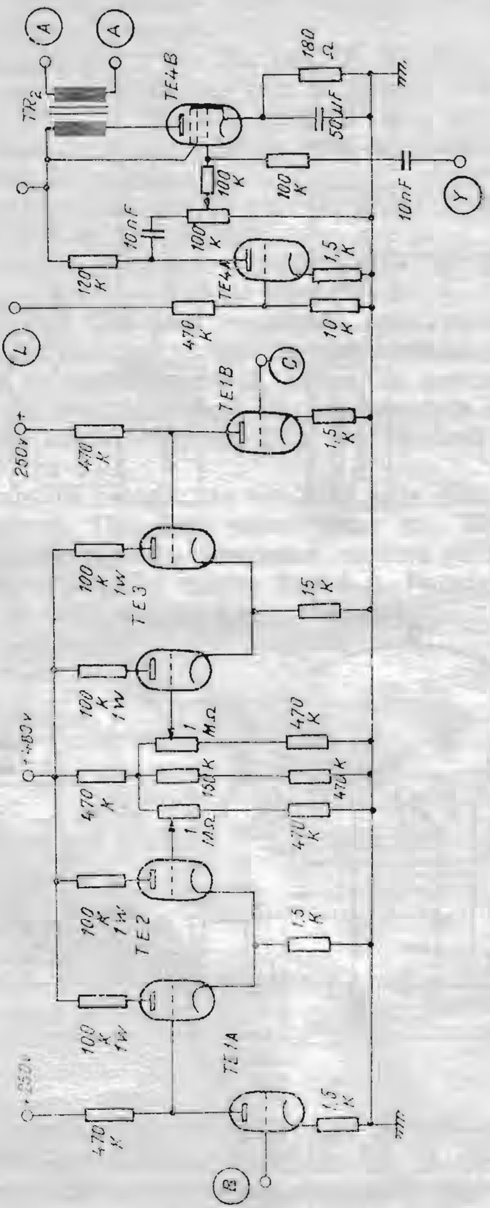

A
A
TR2
TE4B
180 Ω
50 µF
100 K
100 K
10 nF
10 nF
Y
120 K
100 K
TE4A
1,5 K
470 K
10 K
L
C
TE1B
250V+
470 K
1,5 K
100 K 1W
TE3
15 K
100 K 1W
+480V
1 MΩ
470 K
470 K
150 K
470 K
1 MΩ
470 K
100 K 1W
TE2
1,5 K
100 K 1W
TE1A
+250V
470 K
1,5 K
B

FIG. 573

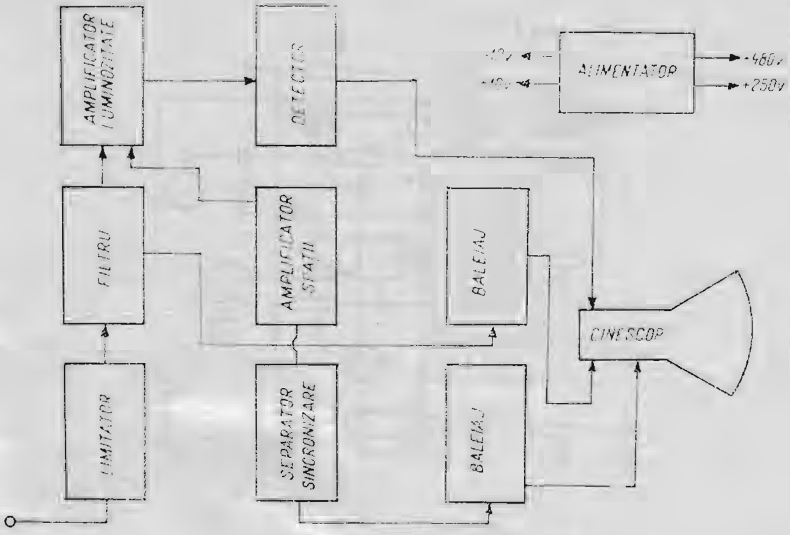


FIG. 574

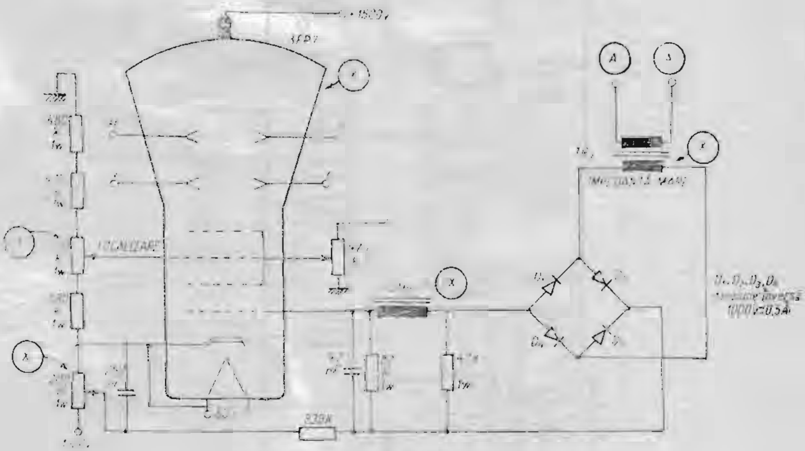


FIG. 575

Cu impulsurile de sincronizare aplicate, semnalul va fi de cca 6 V la vîrfuri, pe emitorul tranzistorului T6. Cu potențiometrul P1 se face corecția amplificării la deflecție, cu P2 impulsurile de sincronizare, iar cu P3 corecția amplificării deflecției.

Potenţiometrele P4 şi P5 se ajustează pînă cînd semnalul de luminozitate la anodul tubului electronic nu este distorsionat şi obţinem luminozitate suficientă.

Tranzistoarele T1, T2, T3, T4, T6, T7, T9, T11, T12, T13, T14 şi T15 sînt cu germaniu, de tip *pnp* şi anume OC71 sau OC44 sau OC45, sau EFT321, EFT351, EFT323 etc., iar tranzistoarele T5, T8 şi T10 sînt cu siliciu, de tip *npn*, şi anume, BSY95A sau BC113 ori altele echivalente.

Diodele semiconductoare D sînt de tipul 1N914, OA85 sau echivalente, ca EFD106, EFD108 etc.

Tubul electronic TE1 este de tipul ECC81, TE2 şi TE3 de tipul ECC82 sau 12BH7, iar TE4 de tipul ECL86.

Transformatorul TR1 are impedanţa primarului de 3...4 Ω iar a secundarului de cca 15 kΩ. Se întrebuinţează un transformator de ieşire de audiofrecvenţă, folosit la radioreceptoare sau amplificatoare de audiofrecvenţă, cu impedanţele indicate.

TR2 este de acelaşi tip cu TR1, avînd însă un raport de transformare de cca 50/1.

Montajul tubului catodic de tip 3FP7 este descris în fig. 575.

Transformatorul TR3 este asemănător lui TR2, iar diodele redresoare vor fi de tipul cu tensiunea inversă de lucru, de minimum 1 000 V şi un amperaj minim de 0,5 A. Punctele notate cu X trebuie izolate de cutia metalică a montajului.

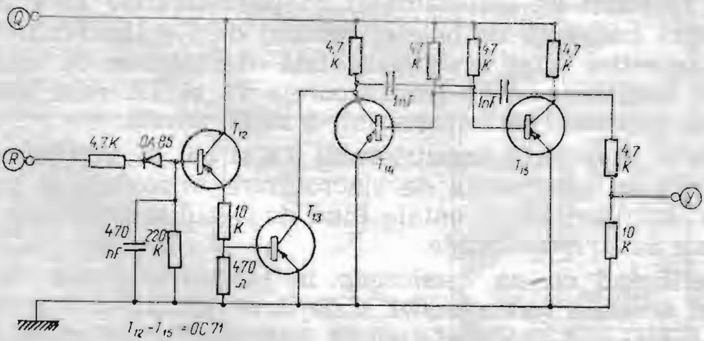


FIG. 576

În fig. 576 este prezentat montajul detectorului de sincronizare şi a multivibratorului de spaţii, iar în fig. 577 sînt prezentate schemele alimentatoarelor necesare monitorului pentru asigurarea a +15 kV, +480 V, +250 V şi −10 V.

În fig. 578 sînt prezentate imaginile ce pot fi urmărite la osciloscopul de control, în diferite puncte din montajul monitorului.

Generator de semnale SSTV

Pentru reglajul oricărui monitor şi a montajelor anexe putem folosi semnale SSTV recepţionate în benzile de lucru sau semnale înregistrate pe bandă magnetică. Dar cele mai uşoare şi precise reglaje pot fi efectuate cu ajutorul unui generator SSTV. În continuare dăm descrierea unui asemenea generator tranzistorizat, construit de radioamatorul american Louis Hutton (K7YZZ) care poate produce semnale pentru sincronizare, frecvenţele corespunzătoare pentru alb şi negru, apoi tonuri de gri şi, afară de acestea, semnale pentru bare de reglaj.

O stabilitate bună a semnalelor de sincronizare este obţinută prin sincronizarea acestora cu frecvenţa de 50 Hz a reţelei de alimentare electrică.

Schema de principiu a generatorului este prezentată în fig. 579, iar în fig. 580, schema alimentatorului acestui generator.

Montajul porneşte cu un multivibrator ce lucrează cu tranzistoarele T3 şi T4, care generează frecvenţe de baleiaj orizontal de 15 Hz şi un multivibrator cu tranzistoarele T5 şi T6, care generează frecvenţa de baleiaj vertical de 1/8 Hz. Multivibratoarele respective sînt stabilizate faţă de reţeaua de alimentare, aceasta realizîndu-se cu tranzistoarele T1 şi T2, care transformă curentul alternativ de la reţea într-o undă pătrată.

De la colectorul tranzistorului T4 şi cel al tranzistorului T6 sînt preluate impulsurile de sincronizare orizontală şi verticală, durata impulsurilor orizontale fiind de 5 milisecunde, iar a celor verticale de 30 milisecunde.

Verificînd cu un osciloscop în punctul A, vom vedea pe ecranul acestuia forma undei. Cele două potenţiometre de 1 MΩ şi de 5 MΩ pot produce variaţia frecvenţei celor două multivibratoare. Avem de asemenea un generator de bare, în montajul celor două tranzistoare T7 şi T8, a căror frecvenţă este modificată de potenţiometrul dublu de 1 MΩ, iar tranzistorul T9 amplifică acest semnal. Tranzistoarele T12 şi T13 produc o subpurtătoare de 1 500 Hz, care este amplificată de T14.

Un filtru „trece jos" atenuează toate oscilaţiile nedorite, cu frecvenţa superiară lui 3 000 Hz.

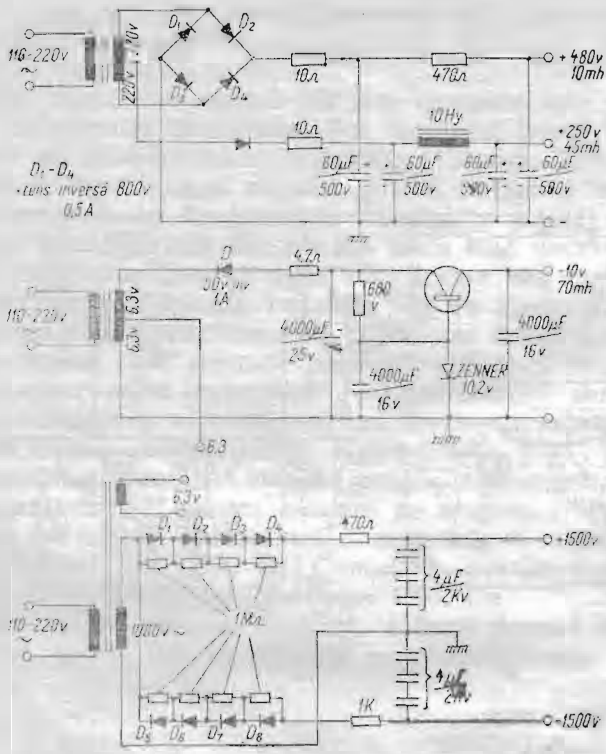


FIG. 577

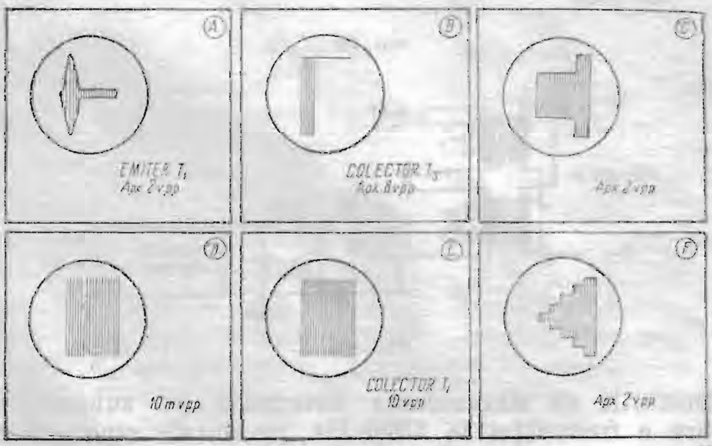
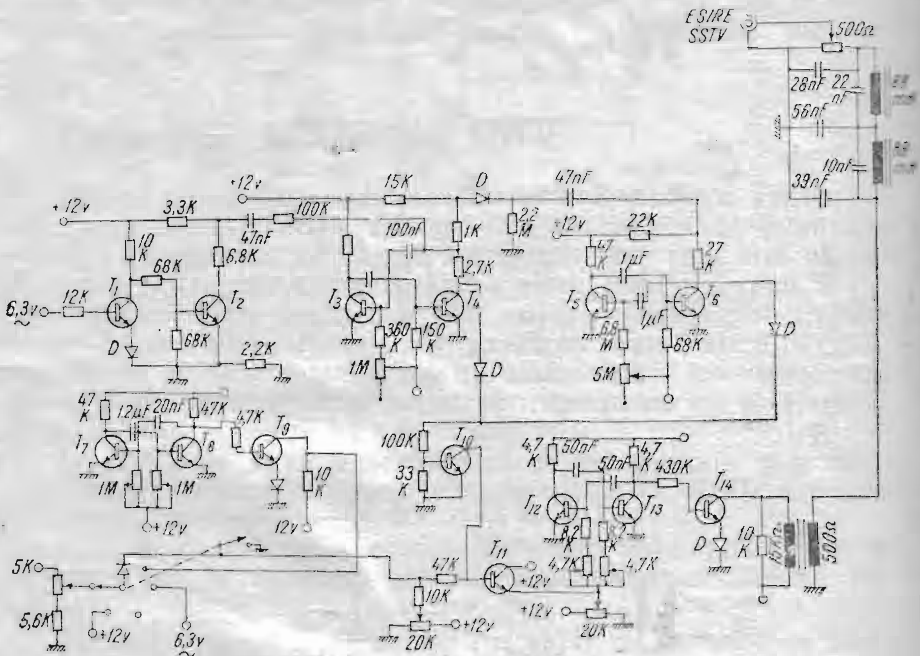


FIG. 578



$T_1, T_2 = 2N337$

$T_3, T_4, T_5, T_6 = 2N3565$

$T_7, T_8, T_9, T_{11}, T_{12}, T_{13} = 2N338$

$T_{10}, T_{14} = 2N2923$

$D = 1N457$

FIG. 579

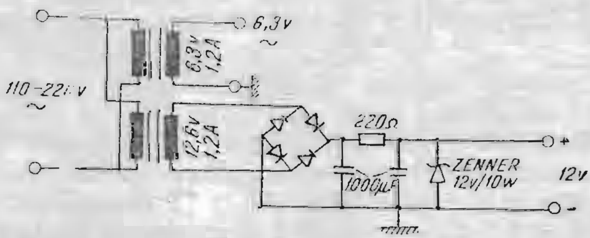


FIG. 580

Impulsurile de sincronizare determină pe subpurtătoare o schimbare a frecvenţei la 1 200 Hz, pe durata sincronizării. Un

comutator rotativ permite obţinerea diferitelor funcţii ale generatorului, şi anume: generarea frecvenţei de sincronizare, frecvenţa corespunzătoare albului şi negrului, un număr fix de bare sau un număr variabil de bare.

Pentru a obţine un circuit cît mai compact este preferabilă realizarea cu circuite imprimate. Tot montajul poate fi introdus într-o cutie cu dimensiunile 255×155×115 mm. Toate tranzistoarele sînt de tipul *npn* şi nu sînt critice, putînd fi înlocuite cu alte tipuri echivalente. Rezistenţele folosite în montaj au 0,5 W.

Reglajul generatorului. Înainte de toate este necesar un control cu un osciloscop asupra diferitelor forme ale undelor generate. Se ajustează frecvenţa impulsurilor de sincronizare verticală şi orizontală. Cu osciloscopul controlăm dacă impulsul vertical ce se repetă la 8 secunde porneşte odată cu cel orizontal.

Pentru controlul frecvenţelor corespunzătoare pentru negru şi alb şi sincronizare este necesar un frecvenţmetru pe care îl conectăm la ieşirea generatorului.

Cu comutatorul rotativ alegem poziţia corespunzînd albului. Reglăm potenţiometrul pentru acordul pe această frecvenţă. Comutăm apoi pe poziţia corespunzînd negrului, şi reglăm cît mai precis pe frecvenţa de 1 500 Hz. Comutăm apoi pe semnalele de sincronizare şi reglăm cît mai precis pe 1 200 Hz.

Repetînd aceste reglaje, obţinem o bună punere la punct a generatorului, foarte util la reglajul aparaturii pentru SSTV.

ATENȚIE!

INSTALAREA ȘI FUNCȚIONAREA UNEI STAȚII DE RADIO-EMISIE-RECEPȚIE DE RADIOAMATOR NU ESTE PERMISĂ DECÎT PE BAZA UNEI AUTORIZAȚII ELIBERATĂ DE MINISTERUL TRANSPORTURILOR ȘI TELECOMUNICAȚIILOR, ȘI CARE SE POATE OBȚINE ÎN URMA TRECERII UNUI EXAMEN, ÎN FAȚA UNEI COMISII CONSTITUITĂ ÎN ACEST SCOP.

Reglementări privind desfășurarea activității de radioamator și protecția muncii la stațiile de radioemisie-recepție de radioamator.

Activitatea de radioamator se desfășoară în țara noastră în conformitate cu: **„Regulamentul de radiocomunicații privind activitatea radioamatorilor din Republica Socialistă România"**, aprobat de Ministerul Transporturilor și Telecomunicațiilor.

Acest regulament stabilește normele tehnice, administrative și de exploatare obligatorii privind instalarea, experimentarea și folosirea stațiilor de radioemisie-recepție de radioamatori, autorizarea radioamatorilor și regulile după care aceștia își desfășoară activitatea.

Conducerea și îndrumarea activității radioamatorilor, din punct de vedere sportiv, revine **„Federației române de radioamatorism"** (F.R.R.) care poate elabora și aplica în acest domeniu regulamente și instrucțiuni, cu condiția ca

acestea să nu contravină regulamentului elaborat de Ministerul Transporturilor și Telecomunicațiilor.

În accepțiunea regulamentului, activitatea de radioamator cuprinde:

— Instruirea individuală sau colectivă în domeniul radiotehnicii și radiocomunicațiilor;

— Construirea, instalarea, experimentarea și folosirea stațiilor de radioemisie-recepție de radioamatori;

— Efectuarea de studii și experimentări în benzile alocate radioamatorilor;

— Realizarea de legături radio cu alți radioamatori din țară și străinătate;

— Participarea la competiții sportive interne și internaționale specifice.

Sînt interzise în cadrul activității de radioamator orice operațiuni cu caracter comercial.

În capitolul II al regulamentului sînt indicate definițiile termenilor: Radiocomunicație, unde radioelectrice, puterea radioemițătorului, toleranțe de frecvență, precizia de citire, alunecarea de frecvență, lărgimea de bandă ocupată, lărgimea de bandă necesară și radiația parazită.

Capitolul III stabilește împărțirea stațiilor de radioamatori în funcție de natura activității și de dotarea tehnică, în stații de radiorecepție și stații de radioemisie-recepție; în funcție de durata folosirii într-un amplasament — stații fixe mobile sau portabile; în funcție de numărul operatorilor permanenți — stații individuale sau stații de club și, în funcție de puterea radioemițătoarelor, în 6 clase.

În capitolul IV sînt indicate limitele benzilor alocate traficului de radioamator precum și măsurile ce trebuiesc luate pentru asigurarea unei cît mai mari stabilități de frecvență.

De asemenea, sînt indicate modul de lucru pentru a evita perturbarea traficului serviciilor de radiocomunicații, lărgimea de bandă maximă admisă pentru diferitele moduri de lucru, precum și dotarea minimă cu instrumente sau aparate de măsurat.

Capitolul V cuprinde dispoziții administrative și normele de exploatare, respectiv compunerea indicativelor de apel, traficul admis pentru stațiile de radioamatori, documentele ce trebuie completate și ținute la zi în stațiile de radioemisie-recepție de radioamator.

Drepturile și obligațiile pe care le au titularii autorizației de radioamator, clasele acestor autorizații, condițiile necesare pentru obținerea autorizațiilor modul de eliberare al acestora, precum și cazurile în care sînt retrase aceste autorizații sînt detaliate în capitolul VI.

Capitolul VII precizează tipul certificatelor de radioamator, modul cum se obțin în baza examenului depus în fața unei comisii centrale sau județene, precum și cine poate fi înscris la aceste examene.

Controlul stațiilor de radioemisie-recepție de radioamatori, organele împuternicite a efectua acest control, obligațiile radioamatorilor față de organele de control, precum și eventualele sancțiuni ce pot fi aplicate formează obiectul capitolului VIII.

Capitolul IX cuprinde dispozițiile finale și tranzitorii ale regulamentului.

Fac parte integrantă din acest regulament un număr de 16 anexe și anume:

Anexa 1 — clase de stații, benzi de frecvență, clase de emisiune, puteri.

Anexa 2 — relații pentru determinarea limitelor benzilor de lucru efectiv, conform articolului 13 din regulament.

Anexa 3 — alfabetul fonetic folosit.

Anexa 4 — proceduri de folosit în traficul de radioamatori.

Anexa 5 — tipul de raport referitor la abaterile de la prevederile regulamentului.

Anexa 6 — model pentru jurnalul de trafic.

Anexa 7 — harta zonelor radioamatoricești din România.

Anexele 8—15 inclusiv, cuprind modele pentru cererile de autorizații pentru stații de radiorecepție și radioemisie-recepție, pentru fiecare clasă în parte.

Anexa 16 — Lista codurilor a căror folosire de către radioamatori este autorizată de Ministerul Transporturilor și Telecomunicațiilor.

Anexa 17 — Repartiția județelor pe direcții de radio și televiziune.

Radioamatorii trebuie să cunoască toate prevederile regulamentului și să le aplice întocmai.

O altă obligație a radioamatorilor este cunoașterea și aplicarea **„Instrucțiunilor de protecția muncii pentru stațiile de radioemisie-recepție de radioamator"**, care au scopul de a înlătura pericolele de accidentare ce pot surveni din cauza electrocutărilor.

Răspunderea pentru respectarea acestor instrucțiuni, ca și pentru eventualele accidente, revine în cazul stațiilor individuale deținătorului stației, în cazul stațiilor de club, responsabilului stației, iar în cazul stațiilor aparținînd CNEFS și CJEFS, șefului radioclubului respectiv.

Se prevăd îndatoririle responsabililor stațiilor de club și ale șefilor radiocluburilor în legătură cu aplicarea instrucțiunilor, precum și ale operatorilor stațiilor de radioamatori.

Sînt indicate principalele măsuri de protecție a muncii și anume:

— La aparatele de radiorecepție.

Introducerea acestora într-o cutie protectoare izolatoare sau de metal, care să nu permită accesul la părțile aflate sub tensiune. Părțile metalice vor fi conectate la priza de pămînt a stației.

Este interzisă conectarea căștilor direct în circuitul anodic al tubului final amplificator de audiofrecvență sau folosirea sistemului de bobine schim-

bătoare, în cazul cînd pe acestea există o tensiune mai mare de 24 V, preferîndu-se schimbarea bobinelor cu ajutorul comutatoarelor.

Sursele de alimentare separate vor fi închise în cutii metalice legate obligatoriu la priza de pămînt, iar conductoarele de alimentare vor fi bine izolate sau prevăzute cu ecranări metalice legate la masă. Bornele sau conectoarele de înaltă tensiune vor fi montate în partea din spate a aparatului.

Aparatele de radiorecepţie vor fi prevăzute cu siguranţe fuzibile, în circuitul de alimentare, şi nu vor fi lăsate în funcţiune fără supraveghere, prezentînd pericol de incendiu.

Aparatele de radioemisie şi sursele de alimentare electrică

Vor fi executate pe şasiuri şi panouri metalice, montate pe stelaje din metal, închise în casete metalice, conectate la priza de pămînt.

Indiferent de clasă, staţiile de radioemisie-recepţie vor fi prevăzute cu dispozitive de întrerupere automată a tensiunilor mai mari de 24 V la deschiderea capacelor şi uşilor de acces. În lipsa acestora, se va monta obligatoriu pe capacele amovibile ale părţilor aflate sub tensiune inscripţii avertizoare cu textul „Deconectaţi alimentarea înainte de demontare."

Este interzisă blocarea sistemelor de întrerupere automată a tensiunilor şi executarea de lucrări sub tensiune. Reglajele ce trebuie efectuate sub tensiune se vor executa numai cu scule cu o bună izolaţie, corespunzătoare tensiunilor folosite.

Manipularea radioemiţătoarelor telegrafice se va face cu ajutorul unui releu, la o tensiune maximă de 24 V, sau cu manipulatoare cu carcase şi butonul de acţionare confecţionate din materiale izolante, tensiunea maximă admisă în circuitul de manipulat fiind de 100 V.

Se recomandă folosirea de surse de alimentare de înaltă tensiune separate, montate în cutii metalice, legate la priza de pămînt. Legăturile între sursa de alimentare şi aparate vor fi izolate corespunzător sau ecranate, iar ecranările se vor lega la priza de pămînt.

Trecerea de la o gamă de lucru la alta se va face cu ajutorul comutatoarelor, sau se va monta un sistem de întrerupere automată a tensiunii anodice, atunci cînd se face schimbarea manuală a bobinelor.

Cuplajul cu antena va fi inductiv sau capacitiv, capacitatea de cuplaj avînd o tensiune de încercare de cel puţin 3 ori mai mare ca tensiunea anodică a etajului final de radiofrecvenţă.

Sistemul de alimentare al staţiei va fi prevăzut cu siguranţe automate sau fuzibile. În camerele unde sînt instalate radioemiţătoarele nu va fi permis accesul persoanelor străine şi în special al copiilor, fără prezenţa operatorului. Radioemiţătoarele nu vor fi lăsate în funcţiune fără supraveghere, prezentînd pericol de incendiu.

În instrucțiuni sînt stabilite și modalitățile de montare a antenelor, măsurile de siguranță ce trebuie luate de cei ce instalează antenele și se prevede de asemenea montarea pe liniile de alimentare ale antenelor a unor dispozitive pentru conectarea lor la priza de pămînt în timpul descărcărilor electrice atmosferice.

Se dau indicații privind realizarea prizei de pămînt, a legăturii acesteia cu aparatura și se indică obligativitatea verificării cel puțin o dată pe an a rezistenței electrice a acesteia.

Sînt de asemenea descrise amănunțit măsurile de prim-ajutor în caz de electrocutare, precum și instrucțiunile obligatorii de respectat în cazul executării respirației artificiale.

Importanța prevederilor regulamentului radioamatorilor cît și a instrucțiunilor de protecția muncii în exploatarea stațiilor de radioemisie-recepție de radioamatori impune cunoașterea amănunțită a acestora, de către toți radioamatorii.

Atît „Regulamentul de radiocomunicații privind activitatea radioamatorilor din Republica Socialistă România" cît și „Instrucțiunile de protecția muncii pentru stațiile de radioamatori" se găsesc la Radioclubul central și radiocluburile județene și nu trebuie să lipsească de pe masa de lucru a radioamatorului.

Cuprins

Redactor: GHEORGHE DEREVENCU
Tehnoredactor: I. PETRE

Bun de tipar: 23.II.1981
Coli de tipar: 51

Lucrarea executată sub comanda 4554
la Întreprinderea Poligrafică GALAȚI

REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA

editura sport-turism



Lei 29